

(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
03. März 2022 (03.03.2022)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2022/042902 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G06K 9/00 (2006.01) B60Q 1/08 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2021/067658

(22) Internationales Anmeldedatum:
28. Juni 2021 (28.06.2021)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2020 005 343.2
31. August 2020 (31.08.2020) DE

(71) Anmelder: DAIMLER AG [DE/DE]; Mercedesstraße
120, 70372 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder: STEIN, Fridtjof; Helene-Lange-Strasse 52,
73760 Ostfildern (DE).

(74) Anwalt: ESCHBACH, Arnold; Daimler Brand & IP Ma-
nagement GmbH & Co. KG 063- H512, 70546 Stuttgart
(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,

(54) Title: METHOD FOR OBJECT TRACKING OF AT LEAST ONE OBJECT, CONTROLLER FOR PERFORMING SUCH A METHOD, OBJECT TRACKING DEVICE HAVING SUCH A CONTROLLER AND MOTOR VEHICLE HAVING SUCH AN OBJECT TRACKING DEVICE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR OBJEKTVERFOLGUNG VON MINDESTENS EINEM OBJEKT, STEUEREINRICHTUNG ZUR DURCHFÜHRUNG EINES SOLCHEN VERFAHRENS, OBJEKTVERFOLGUNGSVORRICHTUNG MIT EINER SOLCHEN STEUEREINRICHTUNG UND KRAFTFAHRZEUG MIT EINER SOLCHEN OBJEKTVERFOLGUNGSVORRICHTUNG

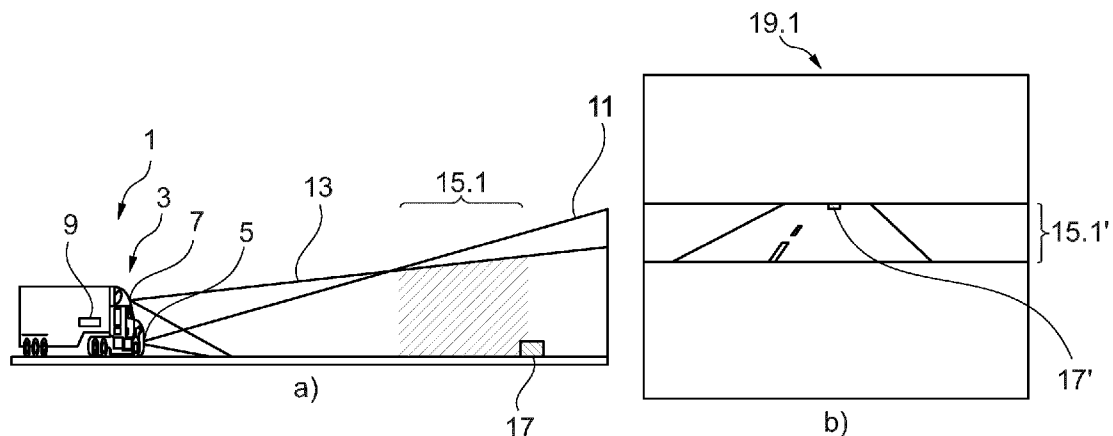


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a method for object tracking of at least one object (17) in at least two chronologically successive images (19.1, 19.2) by means of an illumination device (5) and an optical sensor (7), in which method - activation of the illumination device (5) and of the optical sensor (7) are synchronised with one another, - a first visible distance range (15.1) is assigned to a first synchronised activation, - a first image (19.1) of the first visible distance range (15.1) is recorded during illumination by means of the illumination device (5) with the optical sensor (7) by means of the first synchronised activation, - if the at least one object (17) is detected in the first image (19.1) within the first visible distance range (15.1), the distance from the at least one object is measured, and - a second synchronised activation of the illumination device (5) and of the optical sensor (7) and an associated second visible distance range (15.2) are determined in such a way that the object (17) detected in the first image (19.1) is located centrally within the second visible distance range (15.2), wherein a second image (19.2) of the second visible distance range (15.2) is recorded during illumination

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, 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)

by means of the illumination device (5) with the optical sensor (7) by means of the second synchronised activation.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Objektverfolgung von mindestens einem Objekt (17) bei mindestens zwei zeitlich aufeinander folgenden Aufnahmen (19.1, 19.2) mittels einer Beleuchtungseinrichtung (5) und einem optischen Sensor (7), wobei - eine Ansteuerung der Beleuchtungseinrichtung (5) und des optischen Sensors (7) zeitlich aufeinander abgestimmt werden, wobei - einer ersten abgestimmten Ansteuerung ein erster sichtbarer Abstandsbereich (15.1) zugeordnet wird, wobei - eine erste Aufnahme (19.1) des ersten sichtbaren Abstandsbereichs (15.1) bei einer Beleuchtung mittels der Beleuchtungseinrichtung (5) mit dem optischen Sensor (7) mittels der ersten abgestimmten Ansteuerung aufgenommen wird, wobei - wenn in der ersten Aufnahme (19.1) innerhalb des ersten sichtbaren Abstandsbereichs (15.1) das mindestens eine Objekt (17) detektiert wird, eine Abstandsmessung des mindestens einen Objekts durchgeführt wird, und - eine zweite abgestimmten Ansteuerung der Beleuchtungseinrichtung (5) und des optischen Sensors (7) und ein zugeordneter zweiter sichtbarer Abstandsbereichs (15.2) derart bestimmt werden, dass sich das in der ersten Aufnahme (19.1) detektierte Objekt (17) mittig innerhalb des zweiten sichtbaren Abstandsbereichs (15.2) befindet, wobei eine zweite Aufnahme (19.2) des zweiten sichtbaren Abstandsbereichs (15.2) bei einer Beleuchtung mittels der Beleuchtungseinrichtung (5) mit dem optischen Sensor (7) mittels der zweiten abgestimmten Ansteuerung aufgenommen wird.

Verfahren zur Objektverfolgung von mindestens einem Objekt, Steuereinrichtung zur Durchführung eines solchen Verfahrens, Objektverfolgungsvorrichtung mit einer solchen Steuereinrichtung und Kraftfahrzeug mit einer solchen Objektverfolgungsvorrichtung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Objektverfolgung von mindestens einem Objekt, eine Steuereinrichtung, die eingerichtet ist zur Durchführung eines solchen Verfahrens, eine Objektverfolgungsvorrichtung mit einer solchen Steuereinrichtung und ein Kraftfahrzeug mit einer solchen Objektverfolgungsvorrichtung.

Verfahren zur Objektdetektion und Objektverfolgung mittels einer Beleuchtungseinrichtung und einem optischen Sensor sind bekannt. Aus der internationalen Patentanmeldung mit der Veröffentlichungsnummer WO 2017/009848 A1 geht ein solches Verfahren hervor, bei dem eine Beleuchtungseinrichtung und ein optischer Sensor zeitlich aufeinander abgestimmt angesteuert werden, um einen bestimmten sichtbaren Abstandsbereich in einem Beobachtungsbereich des optischen Sensors aufzunehmen, wobei sich der sichtbare Abstandsbereich aus der zeitlichen Abstimmung der Ansteuerung der Beleuchtungseinrichtung und des optischen Sensors ergibt. Nachteilig bei diesem Verfahren ist, dass keine Rückkopplung zwischen dem detektierten und zu verfolgenden Objekt und der Beleuchtungseinrichtung und dem optischen Sensor durchgeführt wird.

Aus der Veröffentlichung „Gated2Depth: Real-Time Dense Lidar From Gated Images“ von Tobias Gruber et. al. (<https://arxiv.org/pdf/1902.04997.pdf>) geht ein Verfahren zur Erstellung einer Aufnahme mit Abstandsinformationen in Echtzeit hervor. Problematisch dabei ist, dass dieses Verfahren nur bei einer Reichweite bis zu 80 m angewendet werden kann.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Objektverfolgung von mindestens einem Objekt, eine Steuereinrichtung, die eingerichtet ist zur Durchführung eines solchen Verfahrens, eine Objektverfolgungsvorrichtung mit einer solchen

Steuereinrichtung und ein Kraftfahrzeug mit einer solchen Objektverfolgungsvorrichtung zu schaffen, wobei die genannten Nachteile zumindest teilweise behoben, vorzugsweise vermieden sind.

Die Aufgabe wird gelöst, indem die vorliegende technische Lehre bereitgestellt wird, insbesondere die Lehre der unabhängigen Ansprüche sowie der in den abhängigen Ansprüchen und der Beschreibung offenbarten Ausführungsformen.

Die Aufgabe wird insbesondere gelöst, indem ein Verfahren zur Objektverfolgung von mindestens einem Objekt bei mindestens zwei zeitlich aufeinander folgenden Aufnahmen mittels einer Beleuchtungseinrichtung und einem optischen Sensor geschaffen wird, wobei eine Ansteuerung der Beleuchtungseinrichtung und des optischen Sensors zeitlich aufeinander abgestimmt werden. Einer ersten abgestimmten Ansteuerung der Beleuchtungseinrichtung und des optischen Sensors wird ein erster sichtbarer Abstandsbereich zugeordnet, wobei eine erste Aufnahme des ersten sichtbaren Abstandsbereichs bei einer Beleuchtung mittels der Beleuchtungseinrichtung mit dem optischen Sensor mittels der ersten abgestimmten Ansteuerung aufgenommen wird. Wenn in der ersten Aufnahme innerhalb des ersten sichtbaren Abstandsbereichs das mindestens eine Objekt detektiert wird, wird eine Abstandsmessung durchgeführt, um den Abstand zwischen dem mindestens einen detektierten Objekt und dem optischen Sensor zu bestimmen. Eine zweite abgestimmte Ansteuerung der Beleuchtungseinrichtung und des optischen Sensors und ein zugeordneter zweiter sichtbarer Abstandsbereich werden derart bestimmt, dass sich das in der ersten Aufnahme detektierte Objekt mittig innerhalb des zweiten sichtbaren Abstandsbereichs befindet. Anschließend wird eine zweite Aufnahme des zweiten sichtbaren Abstandsbereichs bei einer Beleuchtung mittels der Beleuchtungseinrichtung mit dem optischen Sensor mittels der zweiten abgestimmten Ansteuerung aufgenommen.

Mithilfe des hier vorgeschlagenen Verfahrens ist es vorteilhaft möglich, den sichtbaren Abstandsbereich an ein detektiertes Objekt anzupassen. Somit sind die Objektdetektion und die abgestimmte Ansteuerung über eine Feedback-Schleife miteinander gekoppelt. Mittels der mittigen Positionierung des Objekts innerhalb des sichtbaren Abstandsbereichs wird das detektierte Objekt optimal angeleuchtet. Aufgrund dieser optimalen Ausleuchtung wird eine bessere semantische Segmentierung einer nachgeschalteten Bildverarbeitung ermöglicht.

Die Abstandsbestimmung zwischen dem detektierten Objekt und dem optischen Sensor wird mittels eines geeigneten Verfahrens durchgeführt. Ein solches geeignetes Verfahren ist insbesondere aus der deutschen Offenlegungsschrift mit der Veröffentlichungsnummer DE 10 2020 002 994 A1 bekannt.

In einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens werden die erste Aufnahme und die zweite Aufnahme innerhalb von weniger als 0,1 Sekunden aufgenommen, besonders bevorzugt innerhalb von weniger als 0,01 Sekunden.

Das Verfahren kann besonders vorteilhaft in automatisiert fahrenden Fahrzeugen, insbesondere automatisch fahrenden Lastkraftwagen, angewendet werden. Insbesondere bei einer Nachfahrt ohne Vorfahrer mit hoher Reichweitenanforderung können vorteilhaft mithilfe des Verfahrens auf der eigenen Fahrspur des Fahrzeugs angeordnete, nicht überfahrbare Objekte detektiert und/oder verfolgt und/oder klassifiziert werden, insbesondere Objekte, die klein sind im Vergleich zur Größe des Fahrzeugs. Das Verfahren ermöglicht eine rechtzeitige und angemessene Reaktion auf die Detektion und Verfolgung solcher Objekte und insbesondere auf die Erkennung eines Abstands des Fahrzeugs zu diesen Objekten. Eine solche angemessene Reaktion kann beispielsweise eine Notbremsung oder das Befahren einer – gegebenenfalls ad hoc bestimmten – Ausweichtrajektorie sein.

Solche kleinen, nicht überfahrbaren Objekte werden typischerweise auch als „lost cargo“ bezeichnet. Es kann sich bei solchen Objekten aber auch um auf der Straße liegende, insbesondere verunfallte, Personen oder Tiere handeln.

Das Verfahren zur Erzeugung von Aufnahmen mittels einer zeitlich aufeinander abgestimmten Ansteuerung von Beleuchtungseinrichtung und optischem Sensor ist insbesondere ein als Gated-Imaging-Verfahren bekanntes Verfahren; insbesondere ist der optische Sensor eine Kamera, die nur in einem bestimmten, eingeschränkten Zeitbereich empfindlich geschaltet wird, was als „Gated-Ansteuerung“ bezeichnet wird, die Kamera ist also eine Gated-Kamera. Auch die Beleuchtungseinrichtung wird entsprechend zeitlich nur in einem bestimmten, ausgewählten Zeitintervall angesteuert, um eine objektseitige Szenerie auszuleuchten. Besonders vorteilhaft eignet sich das Gated-Imaging-Verfahren bei schlechter Sicht, insbesondere bei Regen und/oder Nebel, und bei Nacht, da ein

Bildsignal und ein Sensorrauschen sehr viel besser getrennt werden können als bei Standardkameras, insbesondere bei monokularen Standardkameras.

Insbesondere wird durch die Beleuchtungseinrichtung eine vordefinierte Anzahl von Lichtimpulsen ausgesandt, vorzugsweise mit einer Dauer zwischen 5 ns und 20 ns. Der Beginn und das Ende der Belichtung des optischen Sensors wird an die Anzahl und Dauer der abgegebenen Lichtimpulse gekoppelt. Daraus resultierend kann ein bestimmter sichtbarer Abstandsbereich durch die zeitliche Ansteuerung einerseits der Beleuchtungseinrichtung und andererseits des optischen Sensors mit entsprechend definierter örtliche Lage, das heißt insbesondere bestimmtem Abstand des Beginns des Abstandsbereichs von dem optischen Sensor und bestimmter Abstandsbereichs-Breite, durch den optischen Sensor erfasst werden.

Der sichtbare Abstandsbereich ist dabei derjenige – objektseitige – Bereich im dreidimensionalen Raum, welcher durch die Anzahl und Dauer der Lichtimpulse der Beleuchtungseinrichtung in Verbindung mit dem Start und dem Ende der Belichtung des optischen Sensors mittels des optischen Sensors in einer zweidimensionalen Aufnahme auf einer Bildebene des optischen Sensors abgebildet wird.

Soweit hier und im Folgenden von „objektseitig“ die Rede ist, ist ein Bereich im realen Raum, das heißt auf Seiten des zu beobachtenden Objekts, angesprochen. Soweit hier und im Folgenden von „bildseitig“ die Rede ist, ist ein Bereich auf der Bildebene des optischen Sensors angesprochen. Der sichtbare Abstandsbereich ist dabei objektseitig gegeben. Ihm entsprechen durch die Abbildungsgesetze sowie die zeitliche Ansteuerung der Beleuchtungseinrichtung und des optischen Sensors ein zugeordneter bildseitiger Bereich auf der Bildebene.

Abhängig von dem Start und dem Ende der Belichtung des optischen Sensors nach dem Beginn der Beleuchtung durch die Beleuchtungseinrichtung treffen Lichtimpulsphotonen auf den optischen Sensor. Je weiter der sichtbare Abstandsbereich von der Beleuchtungseinrichtung und dem optischen Sensor entfernt ist, desto länger ist die zeitliche Dauer bis ein Photon, welches in diesem Abstandsbereich reflektiert wird, auf den optischen Sensor trifft. Daher verlängert sich der zeitliche Abstand zwischen einem Ende der Beleuchtung und einem Beginn der Belichtung, je weiter der sichtbare

Abstandsbereich von der Beleuchtungseinrichtung und von dem optischen Sensor entfernt ist.

Es ist also gemäß einer Ausgestaltung des Verfahrens insbesondere möglich, durch entsprechende geeignete Wahl der zeitlichen Ansteuerung der Beleuchtungseinrichtung einerseits und des optischen Sensors andererseits die Lage und räumliche Breite des sichtbaren Abstandsbereichs zu definieren.

In einer alternativen Ausgestaltung des Verfahrens kann der sichtbare Abstandsbereich vorgegeben sein, wobei daraus die zeitliche Abstimmung der Beleuchtungseinrichtung einerseits und des optischen Sensors andererseits bestimmt und entsprechend vorgegeben wird.

Die Beleuchtungseinrichtung ist in bevorzugter Ausgestaltung ein Laser. Der optische Sensor ist in bevorzugter Ausgestaltung eine Kamera.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass in der zweiten Aufnahme das Objekt detektiert wird und ein Abstand zwischen dem Objekt und dem optischen Sensor bestimmt wird. Somit ist eine kontinuierliche Objektdetektion und/oder Objektverfolgung mittels der Anpassung des sichtbaren Abstandsbereichs möglich.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass das Verfahren zur Objektverfolgung abwechselnd für mindestens zwei unterschiedliche erste sichtbare Abstandsbereiche durchgeführt wird. Vorteilhafterweise können mit dieser Weiterbildung des Verfahrens mindestens zwei unterschiedliche Objekte detektiert und verfolgt werden. Für jedes Objekt der mindestens zwei unterschiedlichen Objekte wird der entsprechende zweite sichtbare Abstandsbereich abhängig von der Abstandsmessung angepasst.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die erste Ansteuerung der Beleuchtungseinrichtung des optischen Sensors derart abgestimmt wird, dass der ersten abgestimmten Ansteuerung der erste sichtbare Abstandsbereich als erster erster sichtbarer Abstandsbereich und außerdem ein zweiter erster sichtbarer Abstandsbereich zugeordnet werden. Es wird eine erste Aufnahme des ersten ersten sichtbaren Abstandsbereichs und des zweiten ersten sichtbaren Abstandsbereichs bei einer Beleuchtung mittels der Beleuchtungseinrichtung mit dem optischen Sensor mittels der

ersten abgestimmten Ansteuerung aufgenommen. Wenn in der ersten Aufnahme innerhalb des ersten ersten sichtbaren Abstandsbereichs ein erstes Objekt detektiert wird, wird eine erste Abstandsmessung durchgeführt, um einen ersten Abstand zwischen dem optischen Sensor und dem ersten Objekt zu bestimmen. Wenn alternativ oder zusätzlich in der ersten Aufnahme innerhalb des zweiten ersten sichtbaren Abstandsbereichs ein zweites Objekt detektiert wird, wird eine zweite Abstandsmessung durchgeführt, um einen zweiten Abstand zwischen dem optischen Sensor und dem zweiten Objekt zu bestimmen. Anschließend werden die zweite abgestimmte Ansteuerung der Beleuchtungseinrichtung und des optischen Sensors und der zugeordnete zweite sichtbare Abstandsbereich als erster zweiter sichtbarer Abstandsbereich und ein der zweiten abgestimmten Ansteuerung zusätzlich zugeordneter zweiter zweiter sichtbarer Abstandsbereich derart bestimmt, dass sich das erste Objekt mittig innerhalb des ersten zweiten sichtbaren Abstandsbereichs befindet und/oder sich das zweite Objekt mittig innerhalb des zweiten zweiten sichtbaren Abstandsbereichs befindet. Danach wird eine zweite Aufnahme des ersten zweiten sichtbaren Abstandsbereichs und des zweiten zweiten sichtbaren Abstandsbereichs bei einer Beleuchtung mittels der Beleuchtungseinrichtung mit dem optischen Sensor mittels der zweiten abgestimmten Ansteuerung aufgenommen. Vorteilhafterweise können damit zwei unterschiedliche Objekte gleichzeitig detektiert und verfolgt werden.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass das mindestens eine detektierte Objekt klassifiziert wird, insbesondere mittels Deep Learning.

Die Aufgabe wird auch gelöst, indem eine Steuereinrichtung geschaffen wird, die eingerichtet ist, um ein erfindungsgemäßes Verfahren oder ein Verfahren nach einer der zuvor beschriebenen Ausführungsformen durchzuführen. Die Steuereinrichtung ist vorzugsweise als Recheneinrichtung, besonders bevorzugt als Computer, oder als Steuergerät, insbesondere als Steuergerät eines Fahrzeugs, ausgebildet. In Zusammenhang mit der Steuereinrichtung ergeben sich insbesondere die Vorteile, die bereits in Zusammenhang mit dem Verfahren erläutert wurden.

Die Aufgabe wird auch gelöst, indem eine Objektverfolgungsvorrichtung geschaffen wird, die eine Beleuchtungseinrichtung, einen optischen Sensor, und eine erfindungsgemäße Steuereinrichtung oder eine Steuereinrichtung nach einem der zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiele aufweist. In Zusammenhang mit der Objektverfolgungsvorrichtung

ergeben sich insbesondere die Vorteile, die bereits in Zusammenhang mit dem Verfahren und der Steuereinrichtung erläutert wurden.

Die Steuereinrichtung ist bevorzugt einerseits mit der Beleuchtungseinrichtung und andererseits mit dem optischen Sensor wirkverbunden und eingerichtet zu deren Ansteuerung. Bei einer bevorzugten Ausführung ist die Steuereinrichtung darüber hinaus eingerichtet, um einen Abstand zwischen dem optischen Sensor und dem mindestens einen detektierten Objekt zu bestimmen.

Die Aufgabe wird schließlich auch gelöst, indem ein Kraftfahrzeug mit einer erfindungsgemäßen Objektverfolgungsvorrichtung oder einer Objektverfolgungsvorrichtung nach einem der zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiele geschaffen wird. In Zusammenhang mit dem Kraftfahrzeug ergeben sich insbesondere die Vorteile, die bereits in Zusammenhang mit dem Verfahren, der Steuereinrichtung und der Objektverfolgungsvorrichtung erläutert wurden.

In vorteilhafter Ausgestaltung ist das Kraftfahrzeug als Lastkraftwagen ausgebildet. Es ist aber auch möglich, dass das Kraftfahrzeug ein Personenkraftwagen, ein Nutzfahrzeug, oder ein anderes Kraftfahrzeug ist.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels eines Kraftfahrzeugs mit einem Ausführungsbeispiel einer Objektverfolgungsvorrichtung und einer ersten Aufnahme eines ersten sichtbaren Abstandsbereichs, und

Fig. 2 eine schematische Darstellung des Kraftfahrzeugs mit der Objektverfolgungsvorrichtung und einer zweiten Aufnahme eines zweiten sichtbaren Abstandsbereichs.

Figur 1 a) zeigt eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels eines Kraftfahrzeugs 1, mit einem Ausführungsbeispiel einer Objektverfolgungsvorrichtung 3. Die Objektverfolgungsvorrichtung 3 weist eine Beleuchtungseinrichtung 5 und einen optischen Sensor 7 auf. Außerdem weist die Objektverfolgungsvorrichtung 3 eine

Steuereinrichtung 9 auf, die hier nur schematisch dargestellt und in nicht explizit dargestellter Weise mit der Beleuchtungseinrichtung 5 und dem optischen Sensor 7 zu deren jeweiliger Ansteuerung wirkverbunden ist. Dargestellt in Figur 1 ist insbesondere ein Beleuchtungs-Frustum 11 der Beleuchtungseinrichtung 5 und ein Beobachtungsbereich 13 des optischen Sensors 7. Schraffiert dargestellt ist außerdem ein erster sichtbarer Abstandsbereich 15.1, der sich als Teilmenge des Beobachtungsbereichs 13 des optischen Sensors 7 ergibt. Ein Objekt 17 ist teilweise in dem ersten sichtbaren Abstandsbereich 15.1 angeordnet.

Figur 1 b) zeigt eine schematische Darstellung einer ersten Aufnahme 19.1, welche mit dem optischen Sensor 7 mittels einer ersten abgestimmten Ansteuerung der Beleuchtungseinrichtung 5 und des optischen Sensors 7 aufgenommen wurde. In der ersten Aufnahme 19.1 wird das Bild des ersten sichtbaren Abstandsbereichs 15.1 mit 15.1' bezeichnet. Analog dazu wird in der ersten Aufnahme 19.1 das Bild des Objekts 17 mit 17' bezeichnet.

Figur 2 ist eine Darstellung einer Szenerie, welche zeitlich unmittelbar auf die Szenerie aus Figur 1 folgt. Die zeitliche Differenz zwischen der Szenerie in Figur 1 und der Szenerie in Figur 2 ist vorzugsweise weniger als 0,1 s, besonders bevorzugt weniger als 0,01 s.

Figur 2 a) zeigt das Kraftfahrzeugs 1, mit der Objektverfolgungsvorrichtung 3. Die Objektverfolgungsvorrichtung 3 weist die Beleuchtungseinrichtung 5 und den optischen Sensor 7 auf. Außerdem weist die Objektverfolgungsvorrichtung 3 die Steuereinrichtung 9 auf. Analog zu Figur 1 ist in Figur 2 insbesondere das Beleuchtungs-Frustum 11 der Beleuchtungseinrichtung 5 und der Beobachtungsbereich 13 des optischen Sensors 7 dargestellt. Schraffiert dargestellt ist außerdem ein zweiter sichtbarer Abstandsbereich 15.2, der sich als Teilmenge des Beobachtungsbereichs 13 des optischen Sensors 7 ergibt. Das Objekt 17 befindet sich mittig innerhalb des zweiten sichtbaren Abstandsbereichs 15.2.

Figur 2 b) zeigt eine schematische Darstellung einer zweiten Aufnahme 19.2, welche mit dem optischen Sensor 7 mittels einer zweiten abgestimmten Ansteuerung der Beleuchtungseinrichtung 5 und des optischen Sensors 7 aufgenommen wurde. In der zweiten Aufnahme 19.2 wird das Bild des zweiten sichtbaren Abstandsbereichs 15.2 mit

15.2' bezeichnet. Analog dazu und zu Figur 1 wird in der zweiten Aufnahme 19.2 das Bild des Objekts 17 mit 17' bezeichnet.

Die Objektverfolgung und die Anpassung des zweiten sichtbaren Abstandsbereichs 15.2 auf die örtliche Lage des Objekts 17 wird mittels des im Folgenden beschriebenen Verfahrens durchgeführt.

Mittels einer ersten abgestimmten Ansteuerung der Beleuchtungseinrichtung 5 und des optischen Sensors 7 wird eine erste Aufnahme 19.1 des ersten sichtbaren Abstandsbereichs 15.1 aufgenommen. In der ersten Aufnahme 19.1 wird im Bild 15.1' des ersten sichtbaren Abstandsbereichs 15.1 ein Objekt 17 detektiert. Mittels eines geeigneten Verfahrens wird der Abstand des Objekts 17 zu dem optischen Sensor 7 bestimmt.

Basierend auf der Abstandsmessung des Objektes 17 werden eine zweite abgestimmten Ansteuerung und ein zugehöriger zweiter sichtbarer Abstandsbereich 15.2 derart bestimmt, dass sich das Objekt 17 mittig innerhalb des zweiten sichtbaren Abstandsbereichs 15.2 befindet. Abschließend wird eine zweite Aufnahme 19.2 des zweiten sichtbaren Abstandsbereichs 15.2 bei einer Beleuchtung mittels der Beleuchtungseinrichtung 5 mit dem optischen Sensor 7 mittels der zweiten abgestimmten Ansteuerung aufgenommen.

Zusätzlich dazu kann in der zweiten Aufnahme 19.2 erneut der Abstand des Objekts 17 von dem optischen Sensor 7 bestimmt werden. Zusätzlich kann mit dieser erneuten Abstandsbestimmung das Verfahren zur Objektverfolgung kontinuierlich durchgeführt werden.

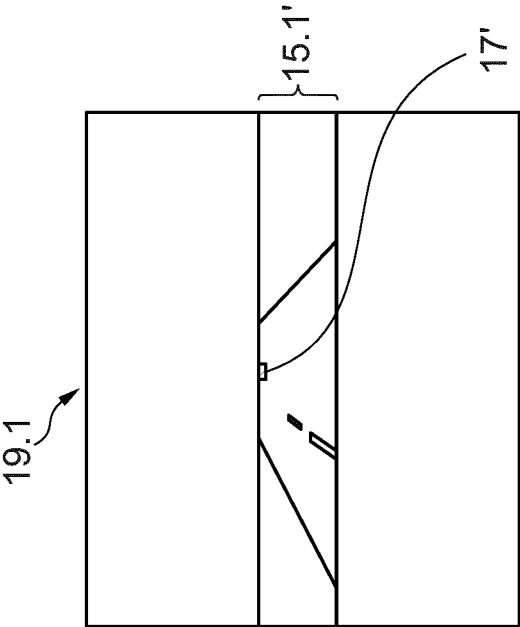
Alternativ oder zusätzlich kann das detektierte Objekt 17, insbesondere mittels Deep Learning, klassifiziert werden. Damit es vorteilhaft möglich das detektierte Objekt 17 zu kategorisieren und zu entscheiden ob eine Objektverfolgung notwendig ist oder nicht.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Objektverfolgung von mindestens einem Objekt (17) bei mindestens zwei zeitlich aufeinander folgenden Aufnahmen (19.1, 19.2) mittels einer Beleuchtungseinrichtung (5) und einem optischen Sensor (7), wobei
 - eine Ansteuerung der Beleuchtungseinrichtung (5) und des optischen Sensors (7) zeitlich aufeinander abgestimmt werden, wobei
 - einer ersten abgestimmten Ansteuerung der Beleuchtungseinrichtung (5) und des optischen Sensors (7) ein erster sichtbarer Abstandsbereich (15.1) zugeordnet wird, wobei
 - eine erste Aufnahme (19.1) des ersten sichtbaren Abstandsbereichs (15.1) bei einer Beleuchtung mittels der Beleuchtungseinrichtung (5) mit dem optischen Sensor (7) mittels der ersten abgestimmten Ansteuerung aufgenommen wird, wobei
 - wenn in der ersten Aufnahme (19.1) innerhalb des ersten sichtbaren Abstandsbereichs (15.1) das mindestens eine Objekt (17) detektiert wird, ein Abstand zwischen dem mindestens einen detektierten Objekt (17) und dem optischen Sensor (7) bestimmt wird, und
 - eine zweite abgestimmten Ansteuerung der Beleuchtungseinrichtung (5) und des optischen Sensors (7) und ein zugeordneter zweiter sichtbarer Abstandsbereich (15.2) derart bestimmt werden, dass sich das in der ersten Aufnahme (19.1) detektierte Objekt (17) mittig innerhalb des zweiten sichtbaren Abstandsbereichs (15.2) befindet, wobei
 - eine zweite Aufnahme (19.2) des zweiten sichtbaren Abstandsbereichs (15.2) bei einer Beleuchtung mittels der Beleuchtungseinrichtung (5) mit dem optischen Sensor (7) mittels der zweiten abgestimmten Ansteuerung aufgenommen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei in der zweiten Aufnahme (19.2) das mindestens eine Objekt (17) detektiert wird und der Abstand zwischen dem detektierten Objekt (17) und dem optischen Sensor (7) bestimmt wird.

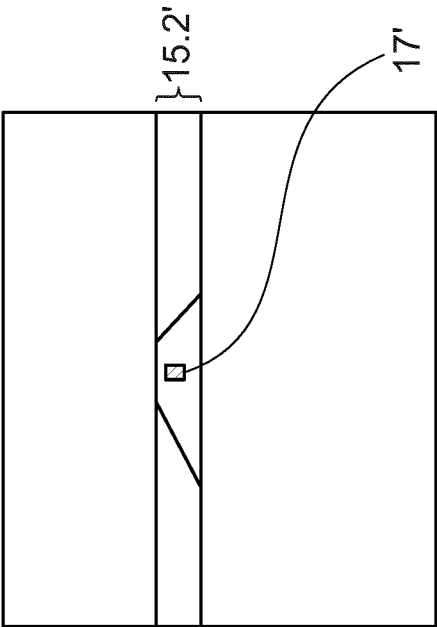
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Verfahren zur Objektverfolgung abwechselnd für mindestens zwei unterschiedliche erste sichtbare Abstandsbereiche (19.1) durchgeführt wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei
 - die erste Ansteuerung der Beleuchtungseinrichtung (5) und des optischen Sensors (7) derart abgestimmt wird, dass der abgestimmten Ansteuerung der erste sichtbare Abstandsbereich (15.1) als erster erster sichtbarer Abstandsbereich und ein zweiter erster sichtbarer Abstandsbereich zugeordnet wird, wobei
 - eine erste Aufnahme (19.1) des ersten ersten sichtbaren Abstandsbereichs und des zweiten ersten sichtbaren Abstandsbereichs bei einer Beleuchtung mittels der Beleuchtungseinrichtung (5) mit dem optischen Sensor (7) mittels der ersten abgestimmten Ansteuerung aufgenommen wird, wobei
 - wenn in der ersten Aufnahme (19.1) innerhalb des ersten ersten sichtbaren Abstandsbereichs ein erstes Objekt (17) detektiert wird, ein erster Abstand zwischen dem ersten Objekt (17) und dem optischen Sensor (7) bestimmt wird, und
 - wenn in der ersten Aufnahme (19.1) innerhalb des zweiten ersten sichtbaren Abstandsbereichs ein zweites Objekt detektiert wird, ein zweiter Abstand zwischen dem zweiten Objekt und dem optischen Sensor (7) bestimmt wird, und
 - die zweite abgestimmte Ansteuerung der Beleuchtungseinrichtung (5) und des optischen Sensors (7) und der zugeordnete zweite sichtbare Abstandsbereich (15.2) als erster zweiter sichtbarer Abstandsbereich und ein zugeordneter zweiter zweiter sichtbarer Abstandsbereich derart bestimmt werden, dass sich das erste Objekt (17) mittig innerhalb des ersten zweiten sichtbaren Abstandsbereichs befindet und/oder sich das zweite Objekt mittig innerhalb des zweiten zweiten sichtbaren Abstandsbereichs befindet, wobei
 - eine zweite Aufnahme (19.2) des ersten zweiten sichtbaren Abstandsbereichs und des zweiten zweiten sichtbaren Abstandsbereichs bei einer Beleuchtung mittels der Beleuchtungseinrichtung (5) mit dem optischen Sensor (7) mittels der zweiten abgestimmten Ansteuerung aufgenommen wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das mindestens eine detektierte Objekt (17) – insbesondere mittels Deep Learning – klassifiziert wird.

6. Steuereinrichtung (9) eingerichtet zur Durchführung eines Verfahrens zur Objektverfolgung nach einem der vorhergehenden Ansprüche.
7. Objektverfolgungsvorrichtung (3), mit einer Beleuchtungseinrichtung (5), einem optischen Sensor (7), und einer Steuereinrichtung (9) nach Anspruch 6.
8. Kraftfahrzeug (1) mit einer Objektverfolgungsvorrichtung (3) nach Anspruch 7.



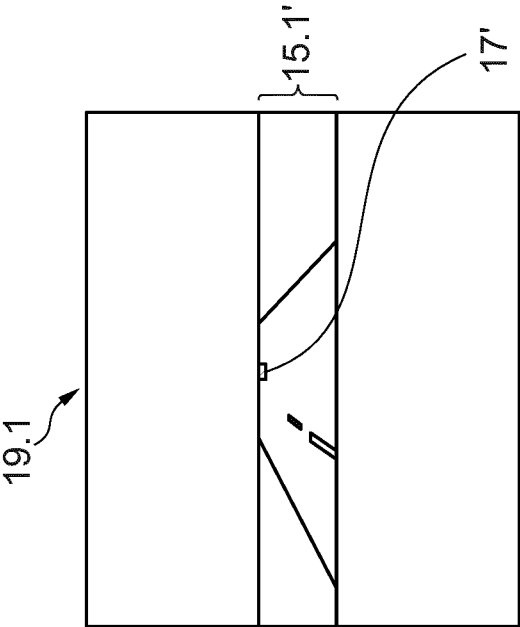
a)

Fig. 1



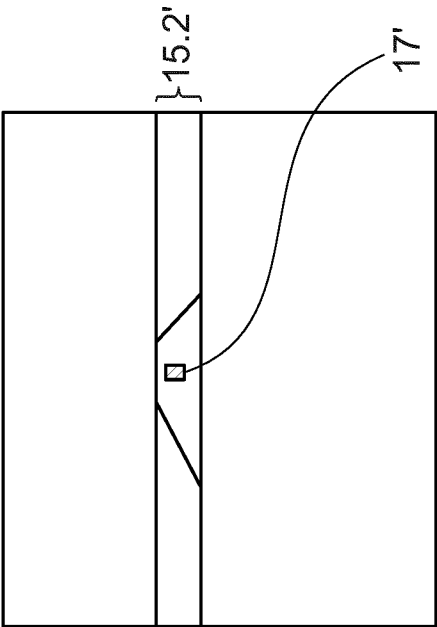
a)

Fig. 2



b)

19.2



b)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2021/067658

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G06K 9/00**(2006.01)i; **B60Q 1/08**(2006.01)i

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)

G06K; B60Q

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	US 10281582 B2 (INNOVIZ TECH LTD [IL]) 07 May 2019 (2019-05-07) abstract figures 1A, 11, 12 column 1, lines 37-40 column 12, lines 34-42 column 17, line 59 - column 18, line 18 column 28, lines 59-67 column 35, line 65 - column 36, line 33 column 41, lines 5-10 column 46, line 60 - column 47, line 3 column 51, line 23 - column 57, line 33	1-8
A	US 2020272831 A1 (CHO HEUNG RAE [KR]) 27 August 2020 (2020-08-27) abstract paragraphs [0070], [0072]	1-8
A	JP 2011084106 A (DENSO CORP) 28 April 2011 (2011-04-28) abstract paragraphs [0001], [0004], [0055], [0058]	1-8

☒ 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

14 October 2021

Date of mailing of the international search report

29 October 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

Philips, Petra

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2021/067658**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 101253043 B1 (MANDO CORP [KR]) 11 April 2013 (2013-04-11) abstract paragraphs [0003], [0004], [0017], [0048] - [0049]	1-8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2021/067658

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	10281582	B2	07 May 2019	CN	109997057	A	09 July 2019
				CN	110286388	A	27 September 2019
				CN	111796255	A	20 October 2020
				EP	3516421	A2	31 July 2019
				EP	3859396	A1	04 August 2021
				JP	6697636	B2	20 May 2020
				JP	2019535014	A	05 December 2019
				JP	2020126065	A	20 August 2020
				KR	20190049871	A	09 May 2019
				US	2018113200	A1	26 April 2018
				US	2018120424	A1	03 May 2018
				US	2018120441	A1	03 May 2018
				US	2018128920	A1	10 May 2018
				US	2018136331	A1	17 May 2018
				US	2018136337	A1	17 May 2018
				US	2018143302	A1	24 May 2018
				US	2018143304	A1	24 May 2018
				US	2018143305	A1	24 May 2018
				US	2018143306	A1	24 May 2018
				US	2018143307	A1	24 May 2018
				US	2018143308	A1	24 May 2018
				US	2018143322	A1	24 May 2018
				US	2018143324	A1	24 May 2018
				US	2019212450	A1	11 July 2019
				US	2019271769	A1	05 September 2019
				WO	2018055449	A2	29 March 2018
US	2020272831	A1	27 August 2020	CN	111611841	A	01 September 2020
				KR	20200103984	A	03 September 2020
				US	2020272831	A1	27 August 2020
JP	2011084106	A	28 April 2011	JP	5476914	B2	23 April 2014
				JP	2011084106	A	28 April 2011
KR	101253043	B1	11 April 2013	NONE			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. G06K9/00 B60Q1/08
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 G06K B60Q

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 10 281 582 B2 (INNOVIZ TECH LTD [IL]) 7. Mai 2019 (2019-05-07) Zusammenfassung Abbildungen 1A, 11, 12 Spalte 1, Zeilen 37-40 Spalte 12, Zeilen 34-42 Spalte 17, Zeile 59 - Spalte 18, Zeile 18 Spalte 28, Zeilen 59-67 Spalte 35, Zeile 65 - Spalte 36, Zeile 33 Spalte 41, Zeilen 5-10 Spalte 46, Zeile 60 - Spalte 47, Zeile 3 Spalte 51, Zeile 23 - Spalte 57, Zeile 33 -----	1-8
A	US 2020/272831 A1 (CHO HEUNG RAE [KR]) 27. August 2020 (2020-08-27) Zusammenfassung Absätze [0070], [0072] ----- -/-	1-8



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

14. Oktober 2021

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

29/10/2021

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

Philips, Petra

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	JP 2011 084106 A (DENSO CORP) 28. April 2011 (2011-04-28) Zusammenfassung Absätze [0001], [0004], [0055], [0058] -----	1-8
A	KR 101 253 043 B1 (MANDO CORP [KR]) 11. April 2013 (2013-04-11) Zusammenfassung Absätze [0003], [0004], [0017], [0048] - [0049] -----	1-8

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2021/067658

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 10281582	B2	07-05-2019	CN 109997057 A 09-07-2019
			CN 110286388 A 27-09-2019
			CN 111796255 A 20-10-2020
			EP 3516421 A2 31-07-2019
			EP 3859396 A1 04-08-2021
			JP 6697636 B2 20-05-2020
			JP 2019535014 A 05-12-2019
			JP 2020126065 A 20-08-2020
			KR 20190049871 A 09-05-2019
			US 2018113200 A1 26-04-2018
			US 2018120424 A1 03-05-2018
			US 2018120441 A1 03-05-2018
			US 2018128920 A1 10-05-2018
			US 2018136331 A1 17-05-2018
			US 2018136337 A1 17-05-2018
			US 2018143302 A1 24-05-2018
			US 2018143304 A1 24-05-2018
			US 2018143305 A1 24-05-2018
			US 2018143306 A1 24-05-2018
			US 2018143307 A1 24-05-2018
			US 2018143308 A1 24-05-2018
			US 2018143322 A1 24-05-2018
			US 2018143324 A1 24-05-2018
			US 2019212450 A1 11-07-2019
			US 2019271769 A1 05-09-2019
			WO 2018055449 A2 29-03-2018
US 2020272831	A1	27-08-2020	CN 111611841 A 01-09-2020
			KR 20200103984 A 03-09-2020
			US 2020272831 A1 27-08-2020
JP 2011084106	A	28-04-2011	JP 5476914 B2 23-04-2014
			JP 2011084106 A 28-04-2011
KR 101253043	B1	11-04-2013	KEINE