

(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
13. August 2020 (13.08.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/160795 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G06K 9/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/078424

(22) Internationales Anmeldedatum:
18. Oktober 2019 (18.10.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2019 102 769.1
05. Februar 2019 (05.02.2019) DE

(71) Anmelder: **BAYERISCHE MOTOREN WERKE AK-
TIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Petuelring 130, 80809
München (DE).

(72) Erfinder: **HIMMELSBACH, Michael**; Bergstraße 9,
81539 München (DE). **TRENTINAGLIA, Luca**; Schwal-
benstr. 7, 82223 Eichenau (DE). **BAUCH, Dominik**;
Dornbergstr. 10, 84453 Mühldorf am Inn (DE). **MEISS-
NER, Daniel**; Margit-Blaha-Str. 8, 86316 Friedberg (DE).
MEHRINGER, Josef; Gasse 23, 83703 Gmund (DE).

BAUMGARTL, Marco; Römerstr. 98 a, 82205 Gilching
(DE).

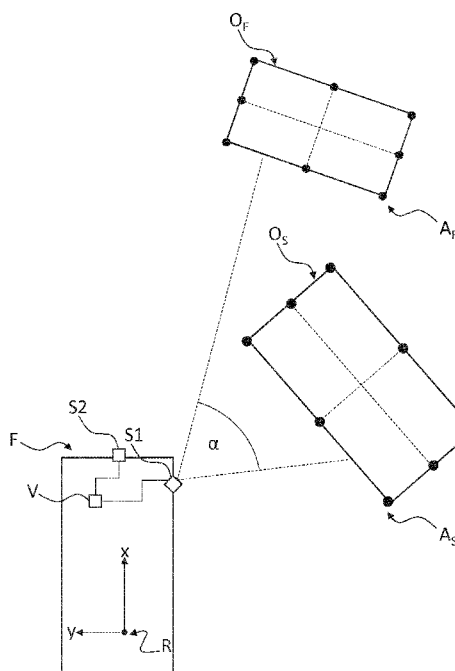
(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN,
KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,
NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,
SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR SENSOR DATA FUSION FOR A VEHICLE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND EINE VORRICHTUNG ZUR SENSORDATENFUSION FÜR EIN FAHRZEUG

Fig. 2



(57) **Abstract:** A method and an apparatus for sensor data fusion for a vehicle and a computer program and a computer-readable storage medium are specified. The vehicle (F) has at least one associated sensor apparatus (S1), and the method involves fusion object data being provided that are representative of a fusion object (O_F) ascertained in surroundings of the vehicle (F); sensor object data being provided that are representative of a sensor object (O_S) ascertained by the sensor apparatus (S1) in the surroundings of the vehicle (F); indicator data being provided that are representative of an uncertainty for the ascertainment of the sensor object data; the indicator data being taken as a basis for ascertaining reference point transformation candidates of the sensor object (O_S); and the reference point transformation candidates being taken as a basis for ascertaining an innovated fusion object.

(57) **Zusammenfassung:** Es werden ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Sensordatenfusion für ein Fahrzeug sowie ein Computerprogramm sowie ein Computerlesbares Speichermedium angegeben. Dem Fahrzeug (F) ist wenigstens eine Sensorvorrichtung (S1) zugeordnet, und bei dem Verfahren werden Fusionsobjektdaten bereitgestellt, die repräsentativ sind für ein in einer Umgebung des Fahrzeugs (F) ermitteltes Fusionsobjekt (O_F); Sensorobjektdaten bereitgestellt, die repräsentativ sind für ein durch die Sensorvorrichtung (S1) in der Umgebung des Fahrzeugs (F) ermitteltes Sensorobjekt (O_S); Indikator-daten bereitgestellt, die repräsentativ sind für eine Unsicherheit bei der Ermittlung der Sensorobjektdaten; abhängig von den Indikator-daten Referenzpunkt-transformation-kandidaten des Sensorobjekts (O_S) ermittelt; und abhängig von den Referenzpunkt-transformation-kandidaten ein innoviertes Fusionsobjekt ermittelt.

Veröffentlicht:

- *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

Beschreibung

Verfahren und eine Vorrichtung zur Sensordatenfusion für ein Fahrzeug

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Sensordatenfusion für ein Fahrzeug. Darüber hinaus betrifft die Erfindung ein Computerprogramm sowie ein computerlesbares Speichermedium.

Zur Erkennung von Objekten in Umgebung eines Fahrzeugs, insbesondere zur Erkennung anderer Verkehrsteilnehmer und relevanter Eigenschaften derer werden oftmals heterogene Sensorvorrichtungen eingesetzt. Erkannte Objekte im Fahrzeugumfeld können zur sicheren Umsetzung von Assistenzfunktionen herangezogen werden, insbesondere für längs regelnde Funktionen wie Active Cruise Control oder einen Kreuzungsassistent und für querregelnde Funktionen wie Lateral Collision Avoidance, Lenk- und Spurführungsassistent.

Bedingt durch unterschiedliche Messprinzipien der eingesetzten Sensorvorrichtungen können die durch die Sensorvorrichtungen erfassten Informationen über die Objekte unterschiedlich sein. Aufgrund beschränkter Rechenleistung in Fahrzeugen werden die durch die Sensorvorrichtungen bereitgestellten Informationen üblicherweise auf High-Level-Ebene fusioniert. Das bedeutet, dass die Sensorvorrichtungen jeweils anhand der erfassten Informationen separat Objekte erkennen und diese in einer abstrakten, sensorunabhängigen Objektrepräsentation als Informationen bereitstellen (sogenannte „Sensorobjekte“); die bereitgestellten Informationen werden dann durch eine separate Sensordatenfusionseinheit zu jeweils einer

Objektrepräsentation je tatsächlichem Objekt zusammengeführt bzw. fusioniert (sogenannte „Fusionsobjekte“).

Als Objektrepräsentation kommt beispielsweise ein Rechteck oder Quader in Betracht (vgl. Figur 1). Für diese Objektrepräsentation werden jedem Objekt O mehrere geometrische Referenzpunkte auf der Kontur des Objekts O zugewiesen (hier als schwarze Punkte verdeutlicht). Für jeden dieser Referenzpunkte lässt sich bezüglich eines Referenzkoordinatensystems R , beispielsweise relativ zu einem vorgegebenen Bezugspunkt am/im Fahrzeug, eine laterale Verschiebung (x, y) des Referenzpunkts, eine Orientierung des Objekts O , beispielsweise der Winkel zur x -Achse des Referenzkoordinatensystems R , sowie die Länge l (bezüglich x -Achse) und Breite b (bezüglich y -Achse) bezogen auf den entsprechenden Referenzpunkt ermitteln und dem Referenzpunkt zuordnen. Ein Referenzpunkt A des Objekts O , der zur Objektrepräsentation bei der Sensordatenfusion dient und dem neben der lateralen Verschiebung (x, y) als Position des Objekts O und einer Breite b , Länge l und Orientierung weitere Eigenschaften des Objekts O zugeordnet sein können, wird im Folgenden auch als „Zustand“ bezeichnet.

Beispielsweise können optional die Höhe h (bezüglich z -Achse), Geschwindigkeit oder Objekttyp erfasst und in der Objektrepräsentation hinterlegt werden. Jede Messgröße des Objekts O kann dabei als normalverteilte Zufallsvariable mit Varianz und Kovarianzen bezüglich der anderen Messgrößen modelliert und diese Werte ebenfalls dem Zustand zugeordnet werden. Die Eigenschaften des Objekts O beziehen sich dabei stets auf den geometrischen Referenzpunkt A auf der Kontur des Objekts O . So ist, um eine Fusion der Eigenschaften verschiedener Sensorobjekte durchzuführen, eine detaillierte

Behandlung der Referenzpunkte der Sensor- und Fusionsobjekte erforderlich.

Die Aufgabe, die der Erfindung zugrunde liegt, ist es, ein Verfahren zur Sensordatenfusion für ein Fahrzeug sowie eine entsprechende Vorrichtung, ein Computerprogramm sowie computerlesbares Speichermedium zu schaffen, das zu einer sicheren Zuordnung von Sensor- und Fusionsobjekten beiträgt und eine zuverlässige Sensordatenfusion ermöglicht.

Die Aufgabe wird gelöst durch die unabhängigen Patentansprüche. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Gemäß einem ersten Aspekt betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Sensordatenfusion für ein Fahrzeug. Dem Fahrzeug ist wenigstens eine Sensorvorrichtung zugeordnet.

Bei dem Verfahren wird ein Fusionsobjektdatensatz bereitgestellt. Der Fusionsobjektdatensatz umfasst Fusionsobjektdaten, die jeweils repräsentativ sind für ein in einer Umgebung des Fahrzeugs ermitteltes Fusionsobjekt. Dem Fusionsobjekt ist jeweils ein Fusionsreferenzpunkt zugeordnet.

Darüber hinaus werden Sensorobjektdaten bereitgestellt, die repräsentativ sind für ein durch jeweilige die Sensorvorrichtung in der Umgebung des Fahrzeugs ermitteltes Sensorobjekt. Dem Sensorobjekt ist ein Sensorreferenzpunkt zugeordnet.

Des Weiteren werden Indikatordaten bereitgestellt, die repräsentativ sind für eine Unsicherheit bei der Ermittlung der Sensorobjektdaten.

Abhängig von den Indikatordaten werden Referenzpunkt-transformationskandidaten des Sensorobjekts ermittelt.

Ferner wird abhängig von den Referenzpunkt-transformationskandidaten ein innoviertes Fusionsobjekt ermittelt.

Der Fusionsreferenzpunkt bzw. der Sensorreferenzpunkt kann auch als Zustand des Fusionsobjekts bzw. Sensorobjekts bezeichnet werden. Der Fusions- bzw. Sensorreferenzpunkt dient insbesondere der Objektrepräsentation und umfasst bevorzugt relevante Eigenschaften des entsprechenden Fusions- bzw. Sensorobjekts.

Die Indikatordaten können insbesondere Varianzen und/oder Kovarianzen bei der Ermittlung der Sensorobjektdaten und/oder einen Sensortyp und/oder einen Sichtbereich der Sensorvorrichtung umfassen. Die Indikatordaten können beispielsweise durch die Sensorvorrichtung bereitgestellt werden. Alternativ oder zusätzlich können die Indikatordaten wenigstens teilweise etwa in der Sensordatenfusionseinheit hinterlegt sein. Dies ist beispielhaft bei einem durch die Einbaurichtung fixierten Sichtbereich der Sensorvorrichtung vorteilhaft.

Als Referenzpunkt-transformationskandidaten werden solche Referenzpunkte des Sensorobjekts bezeichnet, die für eine nachfolgende Transformation zur anschließenden Fusion mit einem Fusionsobjekt in Betracht kommen.

Der Schritt, in dem abhängig von den Referenzpunkt-transformationsskandidaten ein innoviertes Fusionsobjekt ermittelt wird, kann insbesondere eine Transformation des Sensorobjekts bezüglich eines der Referenzpunkt-transformationsskandidaten umfassen. Beispielsweise werden dabei sämtliche Eigenschaften des Sensorobjekts, die sich auf den Sensorreferenzpunkt beziehen, bezüglich des entsprechenden Referenzpunkt-transformationsskandidaten ermittelt. Der ermittelte Referenzpunkt-transformationsskandidat, dem die transformierten Eigenschaften zugewiesen sind, wird im Folgenden auch als Transformationszustand bezeichnet. Beziehen sich sowohl der Fusionsreferenzpunkt als auch der Transformationszustand auf den gleichen Referenzpunkt, z.B. also einen Eckpunkt eines Objekts, können in einem Assoziationsschritt die Eigenschaften des Sensor- und Fusionsobjekts verglichen werden. Repräsentieren Sensor- und Fusionsobjekt dasselbe, tatsächliche Objekt, kann das Sensorobjekt dem Fusionsobjekt zugeordnet (Assoziation) und ein innoviertes Fusionsobjekt (Fusion) ermittelt werden.

In vorteilhafter Weise kann durch das vorgeschlagene Verfahren eine negative Auswirkung falscher Referenzpunktinformation auf das Fusionsergebnis vermieden und so zu einer Zuverlässigkeit der Sensordatenfusion beigetragen werden.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung gemäß dem ersten Aspekt sind die Sensorobjektdaten sowie Fusionsobjektdaten repräsentativ für eine laterale Erstreckung und/oder eine Orientierung des Sensorobjekts bzw. Fusionsobjekts.

Dabei liegt der Fusionsreferenzpunkt bzw. der Sensorreferenzpunkt auf einer Kontur des Sensorobjekts bzw. auf einer Kontur des Fusionsobjekts.

Ferner sind die Indikatordaten repräsentativ für eine Unsicherheit bei der Ermittlung der lateralen Erstreckung und/oder der Orientierung.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung gemäß dem ersten Aspekt sind die Sensorobjektdaten sowie die Fusionsobjektdaten repräsentativ für eine Rechteck- oder Quaderrepräsentation des Sensorobjekts bzw. des Fusionsobjekts. Das jeweilige Sensorobjekt bzw. das jeweilige Fusionsobjekt erstreckt sich dabei lateral rechteckig entlang seiner Längsachse mit einer Länge und entlang seiner Querachse mit einer Breite in einer Orientierung bezüglich des Fahrzeugs. Darüber hinaus ist jeder Ecke des Rechtecks sowie jedem Mittelpunkt seiner Seiten jeweils ein Referenzpunkt zugeordnet. Hierbei bildet jeweils einer der Referenzpunkte den Fusionsreferenzpunkt bzw. den Sensorreferenzpunkt.

Die Indikatordaten umfassen einen ersten Kennwert, der repräsentativ ist für eine Unsicherheit bei der Ermittlung der Länge. Ferner umfassen die Indikatordaten einen zweiten Kennwert, der repräsentativ ist für eine Unsicherheit bei der Ermittlung der Breite. Überdies umfassen die Indikatordaten einen dritten Kennwert, der repräsentativ ist für eine Unsicherheit bei der Ermittlung der Orientierung.

Der erste Kennwert wird mit einem vorgegebenen ersten Schwellenwert verglichen; der zweite Kennwert wird mit einem separaten vorgegebenen zweiten Schwellenwert verglichen; und

der dritte Kennwert wird mit einem wiederum separaten vorgegebenen dritten Schwellenwert verglichen.

Im Falle, dass der erste Kennwert den ersten Schwellenwert überschreitet und der zweite Kennwert kleiner gleich dem zweiten Schwellenwert und der dritte Kennwert kleiner gleich dem dritten Schwellenwert sind, werden dem Sensorobjekt als Referenzpunkt-transformationskandidaten ausschließlich Referenzpunkte des Sensorobjekts entlang seiner Querachse zugeordnet.

Im Falle, dass der zweite Kennwert den zweiten Schwellenwert überschreitet und der erste Kennwert kleiner gleich dem ersten Schwellenwert und der dritte Kennwert kleiner gleich dem dritten Schwellenwert sind, werden dem Sensorobjekt als Referenzpunkt-transformationskandidaten ausschließlich Referenzpunkte des Sensorobjekts entlang seiner Längsachse zugeordnet.

Im Falle, dass der dritte Kennwert den dritten Schwellenwert überschreitet und/oder im Falle, dass sowohl der erste Kennwert den ersten Schwellenwert überschreitet als auch der dritte Kennwert den dritten Schwellenwert überschreitet, wird dem Sensorobjekt als Referenzpunkt-transformationskandidaten kein Referenzpunkt des Sensorobjekts zugeordnet.

In vorteilhafter Weise können so Unsicherheiten bei der Ermittlung der jeweiligen Größe berücksichtigt werden. Insbesondere kann durch diese Ausgestaltung die Anzahl möglicher Transformationen abhängig von der Unsicherheit der Länge, Breite und Orientierung eingeschränkt werden. So kann beispielsweise ohne Kenntnis der Länge nicht von einem hinteren auf einen vorderen Referenzpunkt gewechselt werden;

ohne Kenntnis der Orientierung des Objekts ist darüber hinaus gar kein Referenzpunktwechsel möglich.

Um zu entscheiden, ob die Ausdehnung oder Orientierung eines Objekts bekannt ist oder nicht, wird ein Schwellenwert auf die Unsicherheit der jeweiligen Größe angewandt.

Überschreitet die Unsicherheit den spezifischen Schwellenwert, so gilt die Größe als unbekannt und die Möglichkeit zur Transformation wird entsprechend eingeschränkt. So ist beispielsweise bei unbekannter Länge und bekannter Breite und Orientierung immer noch eine Transformation entlang der Hinter- oder Vorderseite des Objekts möglich. Dadurch wird sichergestellt, dass nur bekannte Größen Einfluss auf die Transformation haben.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung gemäß dem ersten Aspekt sind die Indikatordaten repräsentativ dafür, dass die entsprechende Sensorvorrichtung in der Lage ist, die laterale Erstreckung eines Objekts und/oder die Orientierung des Objekts zu erfassen.

Bei dem Verfahren werden dem Sensorobjekt als Referenzpunkttransformationskandidaten nur dann Referenzpunkte des Sensorobjekts zugeordnet, wenn sie durch eine Sensorvorrichtung ermittelt wurden, die in der Lage ist, die laterale Erstreckung eines Objekts und die Orientierung des Objekts zu erfassen.

In vorteilhafter Weise können so bereits bekannte Unsicherheiten bei der Ermittlung bzw. Unkenntnis der jeweiligen Größe berücksichtigt werden. Abhängig vom jeweiligen physikalischen Messprinzip kann nicht jede in Fahrzeugen verbaute Sensorvorrichtung die laterale

Erstreckung eines Objekts erfassen (z.B. RaDAR). Ebenso wenig kann die Orientierung eines Objekts von jeder verbauten Sensorvorrichtung bestimmt werden; die Annahme, dass die Orientierung eines Objekts seiner Bewegungsrichtung entspricht, trifft auf stationäre Objekte nicht zu. Die Indikatordaten können in diesem Zusammenhang insbesondere repräsentativ sein für einen Typ der Sensorvorrichtung und in der Sensordatenfusionseinheit hinterlegt sein. Beispielhaft kann für jede verbaute, spezifische Sensorvorrichtung individuell entschieden werden, ob die entsprechende Sensorvorrichtung in der Lage ist, die laterale Erstreckung eines Objekts und/oder die Orientierung des Objekts zu erfassen. Üblicherweise gilt dies für Ultraschall- und RaDAR-Sensoren; LiDAR-, Light Detection And Ranging, und Kamera-Sensoren hingegen erlauben oft die Erfassung auch ausgedehnter Objekte und deren Orientierung.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung gemäß dem ersten Aspekt sind die Indikatordaten repräsentativ für einen Sichtbereich der Sensorvorrichtung.

Abhängig von den Sensorobjektdaten und den Indikatordaten wird ermittelt, ob sich das entsprechende Sensorobjekt innerhalb eines vorgegebenen Bereichs innerhalb des Sichtbereichs der entsprechenden Sensorvorrichtung befindet.

Daraufhin werden dem Sensorobjekt als Referenzpunkt-transformationsskandidaten nur dann Referenzpunkte des Sensorobjekts zugeordnet, wenn dieses sich innerhalb des vorgegebenen Bereichs innerhalb des Sichtbereichs der entsprechenden Sensorvorrichtung befindet.

Sobald eine Sensorvorrichtung ein Objekt am Rand seines Sichtbereichs nur teilweise erfasst (und dessen nicht gewahr ist), ist die semantische Information, die der erfasste Referenzpunkt transportiert, gegebenenfalls falsch. Sieht die Sensorvorrichtung beispielsweise nur die halbe Länge des Objekts, kann es vorkommen, dass etwa die Position des erfassten Referenzpunkts "Mitte Seite" nicht der tatsächlichen Mitte der der Sensorvorrichtung zugewandten Seite des Objekts entspricht, obwohl der als "Mitte Seite" erfasste Referenzpunkt im Erfassungsbereich der Sensorvorrichtung liegt. Der erfasste Referenzpunkt des Sensorobjekts kann in dieser Ausgestaltung also entweder gänzlich verworfen oder das entsprechende Sensorobjekt wie im Folgenden erläutert als Punktziel gewertet werden.

In vorteilhafter Weise kann so eine Unsicherheit bei der Ermittlung des Sensorobjekts berücksichtigt werden, wenn sich dieses außerhalb oder am Rand des Sichtbereichs der Sensorvorrichtung befindet. Der Sichtbereich kann durch die Einbaurichtung vorgegeben und beispielhaft nach einer werksseitigen Kalibrierung in der Sensordatenfusionseinheit hinterlegt werden. Der vorgegebene Bereich innerhalb des Sichtbereichs soll gewährleisten, dass das Sensorobjekt ausreichend vom Rand des Sichtbereichs beabstandet ist, kann im Einzelfall aber dem kompletten Sichtbereich entsprechen.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung gemäß dem ersten Aspekt wird geprüft, ob dem Sensorobjekt ein Referenzpunkt-transformationskandidat zugeordnet ist.

Im Falle, dass dem Sensorobjekt ein Referenzpunkt-transformationskandidat zugeordnet ist, wird abhängig von dem Sensorobjekt jeweils ein Transformationszustand des

Sensorobjekts bezüglich des jeweiligen Referenzpunkt-transformationskandidats ermittelt und mit jeweils einem Fusionsobjekt verglichen; weiterhin wird abhängig von dem Vergleich das Sensorobjekt einem Fusionsobjekt zugeordnet und abhängig von dem entsprechenden Transformationszustand des Sensorobjekts und den Fusionsobjektdaten ein innoviertes Fusionsobjekt ermittelt.

Im Falle, dass dem Sensorobjekt kein Referenzpunkt-transformationskandidat zugeordnet ist, wird das Sensorobjekt als Punktziel gewertet und jeweils ein kürzester Abstand zwischen den Referenzpunkten des Sensorobjekts und den Referenzpunkten eines jeweiligen Fusionsobjekts ermittelt; hierauf wird jeweils ein Transformationszustand des jeweiligen Fusionsobjekts bezüglich des entsprechenden Referenzpunkts des Fusionsobjekts, der zu dem entsprechenden Referenzpunkt des Sensorobjekts den kürzesten Abstand aufweist, ermittelt und mit dem Sensorobjekt verglichen; abhängig von dem Vergleich wird das Sensorobjekt dann einem Fusionsobjekt zugeordnet und abhängig von dem entsprechenden Transformationszustand des Fusionsobjekts und den Sensorobjektdaten ein innoviertes Fusionsobjekt ermittelt.

In anderen Worten wird - wenn dem Sensorobjekt kein Referenzpunkt-Transformationskandidat zugeordnet ist (und ein Wechsel des aktuellen Referenzpunkts des Sensorobjekts also nicht möglich ist) - ein Transformationskandidat des Fusionsobjekts gesucht, der am nächsten zum unveränderlichen Referenzpunkt des Sensorobjekts liegt. Zur Bestimmung der Assoziation von Sensor- und Fusionsobjekt und zur etwaigen nachfolgenden Fusion wird der Zustand des Fusionsobjekts dann in den gefundenen Referenzpunkt transformiert, es erfolgt also eine Transformation des Fusionsobjekts.

Im Falle, dass dem Sensorobjekt kein Referenzpunkttransformationskandidat zugeordnet ist, kann es vorkommen, dass sich für ein Paar aus zugeordnetem Sensor- und Fusionsobjekt kein gemeinsamer Referenzpunkt ergibt.

Da auch die Liste an Transformationskandidaten des Fusionsobjekts (bspw. aufgrund unbekannter Ausdehnung) eingeschränkt sein kann, muss der für das Fusionsobjekt gefundene Referenzpunkt nicht zwingend mit dem Referenzpunkt des Sensorobjekts übereinstimmen.

Als Punktziel (engl. „point target“) wird ein nicht-ausgedehntes Objekt bzw. ein Objekt ohne laterale Erstreckung bezeichnet, dessen Position keinem Referenzpunkt zugeordnet ist; stattdessen wird angenommen, dass die Position des Punktziels jedem Referenzpunkt auf der (rechteckigen) Objektkontur entsprechen kann. In diesem Fall kann der Sensor- bzw. Fusionsreferenzpunkt des Objekts missachtet werden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung gemäß dem ersten Aspekt wird dem Fusionsobjekt abhängig von dem jeweiligen zugeordneten Sensorobjekt jeweils ein Sichtbereichskennwert zugeordnet, der repräsentativ ist für den Sichtbereich der jeweiligen Sensorvorrichtung.

Abhängig von den entsprechenden Fusionsobjektdaten und dem jeweiligen Sichtbereichskennwert wird daraufhin ermittelt, ob sich das entsprechende Fusionsobjekt innerhalb eines vorgegebenen Bereichs innerhalb des Sichtbereichs der entsprechenden Sensorvorrichtung befindet.

Falls sich das Fusionsobjekt außerhalb des vorgegebenen Bereichs innerhalb des jeweiligen Sichtbereichs aller entsprechenden Sensorvorrichtungen befindet, wird das innovierte Fusionsobjekt dann als Punktziel gewertet.

In vorteilhafter Weise kann so eine Unsicherheit bei der Ermittlung des Fusionsobjekts berücksichtigt werden, wenn sich dieses außerhalb oder am Rand des Sichtbereichs aller Sensorvorrichtungen befindet, auf deren Messdaten das Fusionsobjekt basiert.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung gemäß dem ersten Aspekt wird bei dem Ermitteln des innovierten Fusionsobjekts geprüft, ob das Fusionsobjekt oder das Sensorobjekt als Punktziel gewertet wurde.

Im Falle, dass nur das Sensorobjekt als Punktziel gewertet wurde, wird als Fusionsreferenzpunkt des innovierten Fusionsobjekts der Fusionsreferenzpunkt des Fusionsobjekts übernommen.

Im Falle, dass weder das Fusionsobjekt noch das Sensorobjekt als Punktziel gewertet wurden oder im Falle, dass nur das Fusionsobjekt als Punktziel gewertet wurde, wird als Fusionsreferenzpunkt des innovierten Fusionsobjekts der Sensorreferenzpunkt des Sensorobjekts übernommen.

Im Falle, dass sowohl Sensor- als auch Fusionsobjekt als Punktziele gewertet wurden, kann beispielsweise aus allen möglichen Referenzpunkten, d.h. aus den Referenzpunkt-transformationskandidaten des Sensorobjekts und den Transformationskandidaten des Fusionsobjekts, das nächstgelegene Paar bestimmt werden. Die Zustände werden

entsprechend auf die beiden Referenzpunkte transformiert und dann fusioniert. Der neue Referenzpunkt des Fusionsobjekts nach der Fusion ist der in der Suche nach dem nächstgelegenen Paar für das Fusionsobjekt gefundene Referenzpunkt.

Gemäß einem zweiten Aspekt betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Sensordatenfusion für ein Fahrzeug. Die Vorrichtung ist ausgebildet, ein Verfahren gemäß dem ersten Aspekt auszuführen. Die Vorrichtung kann auch als Sensordatenfusionseinheit bezeichnet werden.

Gemäß einem dritten Aspekt betrifft die Erfindung ein Computerprogramm zur Sensordatenfusion für ein Fahrzeug. Das Computerprogramm umfasst Befehle, die bei der Ausführung des Programms durch einen Computer diesen veranlassen, das Verfahren gemäß dem ersten Aspekt auszuführen.

Gemäß einem vierten Aspekt betrifft die Erfindung ein computerlesbares Speichermedium, auf dem das Computerprogramm gemäß dem vierten Aspekt gespeichert ist.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind im Folgenden anhand der schematischen Zeichnungen näher erläutert.

Es zeigen:

Figur 1 eine beispielhafte Objektrepräsentation;

Figur 2 ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Fahrzeugs mit einer Vorrichtung zur Sensordatenfusion; und

Figur 3 ein beispielhaftes Ablaufdiagramm eines Verfahrens zur Sensordatenfusion.

Elemente gleicher Konstruktion oder Funktion sind figurenübergreifend mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

Im Folgenden wird ein Verfahren zur High-Level-Objektfusion vorgeschlagen, das eine dem jeweiligen Sensor und Objekt angemessene Behandlung von Referenzpunkten vorsieht. Anhand des Ausführungsbeispiels der Figur 2 ist ein erfindungsgemäßes Fahrzeug F mit einer Vorrichtung V zur Sensordatenfusion sowie einer Sensorvorrichtung S1 dargestellt, die zur Erfassung von Objekten, insbesondere anderer Verkehrsteilnehmer und relevanter Eigenschaften derer, und zur Ermittlung eines entsprechenden Sensorobjekts O_S eingerichtet ist. Dabei kann es sich z.B. um einen Kamera-, LiDAR-, Light Detection And Ranging, LaDAR-, Laser Detection And Ranging, RaDAR, Radio Detection And Ranging, Ultraschall-, Punktlaser-, oder einen Infrarotsensor handeln. Unabhängig von der verwendeten Methode zur High-Level-Objektfusion wird im Automobilbereich als Ergebnis der Objektfusion üblicherweise eine Liste von Rechtecken bzw. Quadern (vgl. Fig. 1) als Objektrepräsentation ausgegeben, welche erkannte, insbesondere bewegliche, Objekte in der Umgebung des Fahrzeugs F repräsentieren. Figur 2 zeigt ein solches Fusionsobjekt O_F , dem ein Fusionsreferenzpunkt A_F , eine Länge l und Breite b bezüglich des Fusionsreferenzpunkts A_F , eine Orientierung des Fusionsobjekts O_F bezüglich eines Referenzkoordinatensystems R des Fahrzeugs F sowie jeweils ein Indikatorkennwert, der repräsentativ ist für eine Unsicherheit bei der Ermittlung der Länge l , Breite b und Orientierung zugeordnet sind. Die Unsicherheit kann beispielsweise durch eine Varianz ausgedrückt sein. Figur 2

zeigt ferner ein durch die Sensorvorrichtung S1 ermitteltes Sensorobjekt O_s , dem ein Sensorreferenzpunkt A_s , eine Länge l und Breite b bezüglich des Fusionsreferenzpunkts A_s , eine Orientierung des Fusionsobjekts O_s bezüglich eines Referenzkoordinatensystems R des Fahrzeugs F sowie jeweils ein Indikatorkennwert, der repräsentativ ist für eine Unsicherheit bei der Ermittlung der Länge l , Breite b und Orientierung zugeordnet sind.

Der Sensorvorrichtung S1 ist durch seine Ausrichtung und seine physikalischen Eigenschaften ein Sichtbereich zugeordnet, der durch gestrichelte Linien um den Winkel α angedeutet ist.

Das Fahrzeug F weist ferner beispielhaft eine weitere Sensorvorrichtung S2 auf, die ebenfalls zur Erfassung der Umgebung des Fahrzeugs F eingerichtet ist. Die Sensorvorrichtungen S1, S2 sind mit der Vorrichtung V zur Sensordatenfusion signaltechnisch gekoppelt. Durch die Sensorvorrichtungen S1, S2 bereitgestellte Sensorobjektdaten können durch die Vorrichtung V nach einem beliebigen Verfahren zur High-Level-Objektfusion fusioniert und in einem Fusionsobjektdatensatz gespeichert werden. Beispielhaft wird in diesem Zusammenhang auf die Ausführungen von N. Kämpchen in „Feature-level fusion of laser scanner and video data“, Ulm: Ulm University, 2007; und F. Seeliger in „Fahrzeugübergreifende Informationsfusion“, Ulm: Schriftenreihe des Instituts für Mess-, Regel- und Mikrotechnik der Universität Ulm, 2017 verwiesen.

Um die Assoziation zwischen Sensor- und Fusionsobjekten durchzuführen und um die assoziierten Objekte gegebenenfalls zu fusionieren muss – um die Eigenschaften der Objekte

vergleichbar zu machen - unter Umständen zunächst ein gemeinsamer Referenzpunkt gefunden werden. Der Wechsel des Referenzpunkts eines Objekts erfordert dabei Kenntnis der Ausdehnung (Länge und Breite) sowie der Orientierung des Objekts. Diese Voraussetzung kann in der Praxis jedoch nicht immer erfüllt werden, beispielsweise aufgrund des physikalischen Messprinzips der Sensorvorrichtung, oder unvollständiger Objekterfassung, so dass eine zuverlässige Sensordatenfusion beeinträchtigt wird.

Um negative Auswirkungen falscher Referenzpunktinformation auf das Fusionsergebnis wie bspw. falsche Positionierung von Objekten zu vermeiden, wird eine erweiterte, dem jeweiligen Sensor und Objekt angemessene Behandlung der Referenzpunkte von Objekten vorgeschlagen.

Der Vorrichtung V ist in diesem Zusammenhang insbesondere ein Daten- und Programmspeicher zugeordnet, in dem ein Computerprogramm gespeichert ist, das anhand des Ablaufdiagramms der Figur 3 im Folgenden näher erläutert wird.

In einem ersten Schritt P10 wird ein Fusionsobjektdatensatz bereitgestellt, der Fusionsobjektdaten umfasst, die repräsentativ sind für das Fusionsobjekt O_F . Beispielsweise ist der Fusionsobjektdatensatz in einem Datenspeicher der Vorrichtung V hinterlegt und wurde in einem vorangegangenen Fusionsverfahren aus den Sensorobjektdaten der Sensorvorrichtungen S1, S2 ermittelt.

Das Programm wird in einem Schritt P20 fortgesetzt, in dem Sensorobjektdaten bereitgestellt werden, die repräsentativ sind für das Fusionsobjekt O_S .

In einem darauffolgenden Schritt P30 werden Indikatorordaten bereitgestellt, die repräsentativ sind für eine Unsicherheit bei der Ermittlung der Sensorobjektdaten. Die Indikatorordaten können beispielsweise oben genannte Indikatorerkennungswerte umfassen, die die Unsicherheit bei der jeweiligen Ermittlung von Länge l , Breite b und Orientierung des Sensorobjekts O_s etwa durch Varianzen beschreiben. Darüber hinaus können die Indikatorordaten repräsentativ sein dafür, dass die Sensorvorrichtung S_1 technisch in der Lage ist, die laterale Erstreckung und Orientierung des Sensorobjekts O_s zu erfassen. Beispielhaft ist hierzu ein Sensortyp in der Vorrichtung V hinterlegt oder wird in einem dem Schritt P30 vorausgehenden Schritt P26 bestimmt. Ferner können die Indikatorordaten repräsentativ sein für den Sichtbereich der Sensorvorrichtung S_1 . Der Sichtbereich kann beispielsweise ebenfalls in der Vorrichtung V hinterlegt oder in einem dem Schritt P30 vorausgehenden Schritt P28 bestimmt werden.

Das Verfahren wird anschließend in einem Schritt P40 fortgesetzt, in dem abhängig von den Indikatorordaten Referenzpunkt-transformationskandidaten des Sensorobjekts O_s ermittelt werden. Hierzu werden in einem Schritt P46 die Indikatorerkennungswerte mit jeweils einem vorgegebenen Schwellenwert verglichen. Überschreitet die jeweilige Unsicherheit den jeweiligen Schwellenwert, so gilt die Größe als unbekannt und die Möglichkeit zur Referenzpunkttransformation wird entsprechend eingeschränkt. So werden nur Referenzpunkte des Sensorobjekts O_s entlang seiner Hinter- oder Vorderseite als Referenzpunkt-transformationskandidaten ermittelt, wenn die Länge l unbekannt, Breite b und Orientierung jedoch bekannt sind.

Wenn die Breite b unbekannt ist, Länge l und Orientierung jedoch bekannt sind, werden nur Referenzpunkte des Sensorobjekts O_s entlang seiner Längsachse als Referenzpunkt-transformationsskandidaten ermittelt. Ist sowohl die Länge l als auch die Breite b und/oder die Orientierung des Sensorobjekts O_s unbekannt, wird das Sensorobjekt O_s als Punktziel betrachtet, dem keine Referenzpunkt-transformationsskandidaten zugeordnet sind.

In einem optionalen Schritt P42 vor oder nach dem Schritt P46 wird abhängig von den Indikatordaten geprüft, ob die Sensorvorrichtung $S1$ technisch in der Lage ist, die laterale Erstreckung und Orientierung des Sensorobjekts O_s zu erfassen. Ist die Sensorvorrichtung $S1$ beispielsweise ein Ultraschall- oder RaDAR-Sensor, der diese Voraussetzung nicht erfüllt, wird das Sensorobjekt O_s als Punktziel betrachtet.

In einem optionalen Schritt P44 vor oder nach dem Schritt P46 wird abhängig von den Indikatordaten geprüft, ob das Sensorobjekt O_s sich außerhalb des Sichtbereichs der Sensorvorrichtung $S1$ oder am Rand dessen befindet. In diesem Fall wird das Sensorobjekt O_s ebenfalls als Punktziel betrachtet.

In einem auf den Schritt P46 folgenden Schritt P50 wird abhängig von den Referenzpunkt-transformationsskandidaten ein innoviertes Fusionsobjekt ermittelt. Hierzu wird zunächst geprüft, ob dem Sensorobjekt O_s überhaupt Referenzpunkt-transformationsskandidaten zugeordnet sind bzw. es sich um ein Punktziel handelt. Weiterhin wird geprüft, ob es sich bei dem Fusionsobjekt O_F um ein Punktziel handelt, beispielsweise in einem dem Schritt P50 vorausgehenden Schritt P48. Sollte es sich bei beiden Objekten nicht um ein Punktziel handeln, so

wird eine Assoziation mit dem Fusionsobjekt O_F durchgeführt, bei der die Referenzpunkttransformation auf die Referenzpunkt-transformationkandidaten beschränkt ist, und das transformierte Sensorobjekt O_S bzw. ein Transformationszustand anschließend mit dem Fusionsobjekt O_F fusioniert, also das innovierte Fusionsobjekt ermittelt. Als Fusionsreferenzpunkt des innovierten Fusionsobjekts wird der Sensorreferenzpunkt übernommen.

Im Falle, dass es sich bei dem Sensorobjekt O_S oder dem Fusionsobjekt O_F um ein Punktziel handelt, wird ein Paar der örtlich nächstgelegenen, möglichen Referenzpunkte des Sensorobjekts O_S und des Fusionsobjekts O_F ermittelt. Anhand den Eigenschaften des Sensor- und Fusionsobjekts in diesen Referenzpunkten wird über eine Assoziation entschieden und gegebenenfalls fusioniert. Dabei ergibt sich für beide Objekte nicht zwingend ein gemeinsamer Referenzpunkt.

Der Fusionsreferenzpunkt des innovierten Fusionsobjekts ist der Sensorreferenzpunkt, wenn das Fusionsobjekt O_F ein Punktziel ist, oder der Fusionsreferenzpunkt, wenn das Sensorobjekt O_S ein Punktziel ist.

In einem darauffolgenden Schritt P60 wird dem innovierten Fusionsobjekt schließlich ein aktualisierter Sichtbereichskennwert zugeordnet, der repräsentativ ist für den Sichtbereich der Sensorvorrichtung S1 sowie aller bisher zur Fusion beitragenden Sensorvorrichtungen.

Das Programm wird anschließend beendet oder gegebenenfalls nach einer vorgegebenen Unterbrechung in dem Schritt P10 mit aktualisiertem Objektdatensatz fortgesetzt.

In dem Schritt P48 wird anhand des dem Fusionsobjekt O_F zugeordneten Sichtbereichskennwerts geprüft, ob es sich bei dem Fusionsobjekt O_F um ein Punktziel handelt. Hierzu wird geprüft, ob sich das Fusionsobjekt O_F außerhalb des Sichtbereichs aller zur Fusion beitragenden Sensorvorrichtungen S_1 , S_2 oder am Rand dessen befindet. Ist dies der Fall, so wird das Fusionsobjekt als Punktziel gewertet.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Sensordatenfusion für ein Fahrzeug (F),
wobei dem Fahrzeug (F) wenigstens eine Sensorvorrichtung
(S1) zugeordnet ist, und bei dem Verfahren
 - ein Fusionsobjektdatensatz bereitgestellt wird, umfassend
Fusionsobjektdaten, die jeweils repräsentativ sind für
ein in einer Umgebung des Fahrzeugs (F) ermitteltes
Fusionsobjekt (O_F), dem jeweils ein Fusionsreferenzpunkt
zugeordnet ist,
 - Sensorobjektdaten bereitgestellt werden, die repräsentativ
sind für ein durch die jeweilige Sensorvorrichtung (S1)
in der Umgebung des Fahrzeugs (F) ermitteltes
Sensorobjekt (O_S), dem ein Sensorreferenzpunkt (A_S)
zugeordnet ist,
 - Indikatordaten bereitgestellt werden, die repräsentativ
sind für eine Unsicherheit bei der Ermittlung der
Sensorobjektdaten,
 - abhängig von den Indikatordaten Referenzpunkt-
transformationskandidaten des Sensorobjekts (O_S)
ermittelt werden und
 - abhängig von den Referenzpunkt-transformationskandidaten
ein innoviertes Fusionsobjekt ermittelt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem
 - die Sensorobjektdaten sowie Fusionsobjektdaten
repräsentativ sind für eine laterale Erstreckung
und/oder eine Orientierung des Sensorobjekts (O_S) bzw.
Fusionsobjekts (O_F),
 - der Fusionsreferenzpunkt (A_F) bzw. Sensorreferenzpunkt (A_S)
auf einer Kontur des Sensorobjekts (O_S) bzw.
Fusionsobjekts (O_F) liegt und

- die Indikatordaten repräsentativ sind für eine Unsicherheit bei der Ermittlung der lateralen Erstreckung und/oder der Orientierung.
3. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem
- die Sensorobjektdaten sowie Fusionsobjektdaten repräsentativ sind für eine Rechteck- oder Quaderrepräsentation des Sensorobjekts (O_S) bzw. Fusionsobjekts (O_F), wobei sich das jeweilige Sensorobjekt (O_S) bzw. Fusionsobjekt (O_F) lateral rechteckig entlang seiner Längsachse mit einer Länge (l) und entlang seiner Querachse mit einer Breite (b) in einer Orientierung (α) bezüglich des Fahrzeugs (F) erstreckt und jeder Ecke des Rechtecks sowie jedem Mittelpunkt seiner Seiten jeweils ein Referenzpunkt zugeordnet ist, wobei jeweils einer der Referenzpunkte den Fusionsreferenzpunkt (A_F) bzw. Sensorreferenzpunkt (A_S) bildet,
 - die Indikatordaten einen ersten Kennwert, der repräsentativ ist für eine Unsicherheit bei der Ermittlung der Länge (l), einen zweiten Kennwert, der repräsentativ ist für eine Unsicherheit bei der Ermittlung der Breite (b) und einen dritten Kennwert, der repräsentativ ist für eine Unsicherheit bei der Ermittlung der Orientierung umfassen (α),
 - der erste, zweite und dritte Kennwert jeweils mit einem separaten, vorgegebenen Schwellenwert verglichen wird und im Falle, dass
 - der erste Kennwert den jeweiligen Schwellenwert überschreitet und der zweite und dritte Kennwert kleiner gleich dem jeweiligen Schwellenwert sind, dem Sensorobjekt (O_S) als Referenzpunkt-transformationskandidaten ausschließlich Referenzpunkte

des Sensorobjekts (O_S) entlang seiner Querachse zugeordnet werden,

- der zweite Kennwert den jeweiligen Schwellenwert überschreitet und der erste und dritte Kennwert kleiner gleich dem jeweiligen Schwellenwert sind, dem Sensorobjekt (O_S) als Referenzpunkt-

transformationskandidaten ausschließlich Referenzpunkte des Sensorobjekts (O_S) entlang seiner Längsachse zugeordnet werden,

- der dritte Kennwert den jeweiligen Schwellenwert überschreitet oder der erste und der zweite Kennwert den jeweiligen Schwellenwert überschreiten, dem Sensorobjekt (O_S) als Referenzpunkt-transformationskandidat kein Referenzpunkt des Sensorobjekts (O_S) zugeordnet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem

- die Indikatordaten repräsentativ sind dafür, dass die entsprechende Sensorvorrichtung (S_1) in der Lage ist, die laterale Erstreckung eines Objekts und/oder die Orientierung des Objekts zu erfassen, und
- dem Sensorobjekt (O_S) als Referenzpunkt-transformationskandidaten nur dann Referenzpunkte des Sensorobjekts (O_S) zugeordnet werden, wenn sie durch eine Sensorvorrichtung (S_1) ermittelt wurden, die in der Lage ist, die laterale Erstreckung eines Objekts und die Orientierung des Objekts zu erfassen.

5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche 3 oder 4, bei dem

- die Indikatordaten repräsentativ sind für einen Sichtbereich der Sensorvorrichtung (S_1),
- abhängig von den Sensorobjektdaten und den Indikatordaten ermittelt wird, ob sich das entsprechende Sensorobjekt

(O_S) innerhalb eines vorgegebenen Bereichs innerhalb des Sichtbereichs der entsprechenden Sensorvorrichtung (S_1) befindet, und

- dem Sensorobjekt (O_S) als Referenzpunkt-transformationkandidaten nur dann Referenzpunkte des Sensorobjekts (O_S) zugeordnet werden, wenn es sich innerhalb des vorgegebenen Bereichs innerhalb des Sichtbereichs der entsprechenden Sensorvorrichtung (S_1) befindet.
6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche 3 bis 5, bei dem geprüft wird, ob dem Sensorobjekt (O_S) ein Referenzpunkt-transformationkandidat zugeordnet ist, wobei im Falle, dass dem Sensorobjekt (O_S) ein Referenzpunkt-transformationkandidat zugeordnet ist:
- abhängig von dem Sensorobjekt (O_S) jeweils ein Transformationszustand des Sensorobjekts (O_S) bezüglich des jeweiligen Referenzpunkt-transformationkandidats ermittelt und mit jeweils einem Fusionsobjekt (O_F) verglichen wird;
 - abhängig von dem Vergleich das Sensorobjekt (O_S) einem Fusionsobjekt (O_F) zugeordnet und abhängig von dem entsprechenden Transformationszustand des Sensorobjekts (O_S) und den Fusionsobjektdaten ein innoviertes Fusionsobjekt ermittelt wird;
- und im Falle, dass dem Sensorobjekt (O_S) kein Referenzpunkt-transformationkandidat zugeordnet ist, das Sensorobjekt (O_S) als Punktziel gewertet wird und:
- jeweils ein kürzester Abstand zwischen den Referenzpunkten des Sensorobjekts (O_S) und den Referenzpunkten eines jeweiligen Fusionsobjekts (O_F) ermittelt wird;
 - jeweils ein Transformationszustand des jeweiligen Fusionsobjekts (O_F) bezüglich des entsprechenden

Referenzpunkts des Fusionsobjekts (O_F), der zu dem entsprechenden Referenzpunkt des Sensorobjekts (O_S) den kürzesten Abstand aufweist, ermittelt und mit dem Sensorobjekt (O_S) verglichen wird;

- abhängig von dem Vergleich das Sensorobjekt (O_S) einem Fusionsobjekt (O_F) zugeordnet und abhängig von dem entsprechenden Transformationszustand des Fusionsobjekts (O_F) und den Sensorobjektdaten ein innoviertes Fusionsobjekt ermittelt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, bei dem

- dem Fusionsobjekt (O_F) abhängig von dem jeweiligen zugeordneten Sensorobjekt jeweils ein Sichtbereichskennwert zugeordnet wird, der repräsentativ ist für den Sichtbereich der jeweiligen Sensorvorrichtung (S_1),
- abhängig von den entsprechenden Fusionsobjektdaten und dem jeweiligen Sichtbereichskennwert ermittelt wird, ob sich das Fusionsobjekt (O_F) innerhalb eines vorgegebenen Bereichs innerhalb des Sichtbereichs der entsprechenden Sensorvorrichtung (S_1) befindet, und
- das innovierte Fusionsobjekt als Punktziel gewertet wird, falls sich das Fusionsobjekt (O_F) außerhalb des vorgegebenen Bereichs innerhalb des jeweiligen Sichtbereichs aller entsprechenden Sensorvorrichtungen (S_1) befindet.

8. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche 6 oder 7, bei dem bei dem Ermitteln des innovierten Fusionsobjekts geprüft wird, ob das Fusionsobjekt (O_F) oder das Sensorobjekt (O_S) als Punktziel gewertet wurde, wobei

- im Falle, dass nur das Sensorobjekt (O_S) als Punktziel gewertet wurde, als Fusionsreferenzpunkt des innovierten Fusionsobjekts der Fusionsreferenzpunkt des Fusionsobjekts (O_F) übernommen wird, und
 - im Falle, dass weder das Fusionsobjekt (O_F) noch das Sensorobjekt (O_S) als Punktziel gewertet wurden oder nur das Fusionsobjekt (O_F) als Punktziel gewertet wurde, als Fusionsreferenzpunkt des innovierten Fusionsobjekts der Sensorreferenzpunkt (A_S) des Sensorobjekts (O_S) übernommen wird.
9. Vorrichtung (V) zur Sensordatenfusion für ein Fahrzeug (F), wobei die Vorrichtung (V) ausgebildet ist, ein Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche 1 bis 8 auszuführen.
10. Computerprogramm zur Sensordatenfusion für ein Fahrzeug (F), umfassend Befehle, die bei der Ausführung des Computerprogramms durch einen Computer diesen veranlassen, das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8 auszuführen.
11. Computerlesbares Speichermedium, auf dem das Computerprogramm nach Anspruch 10 gespeichert ist.

Fig. 1

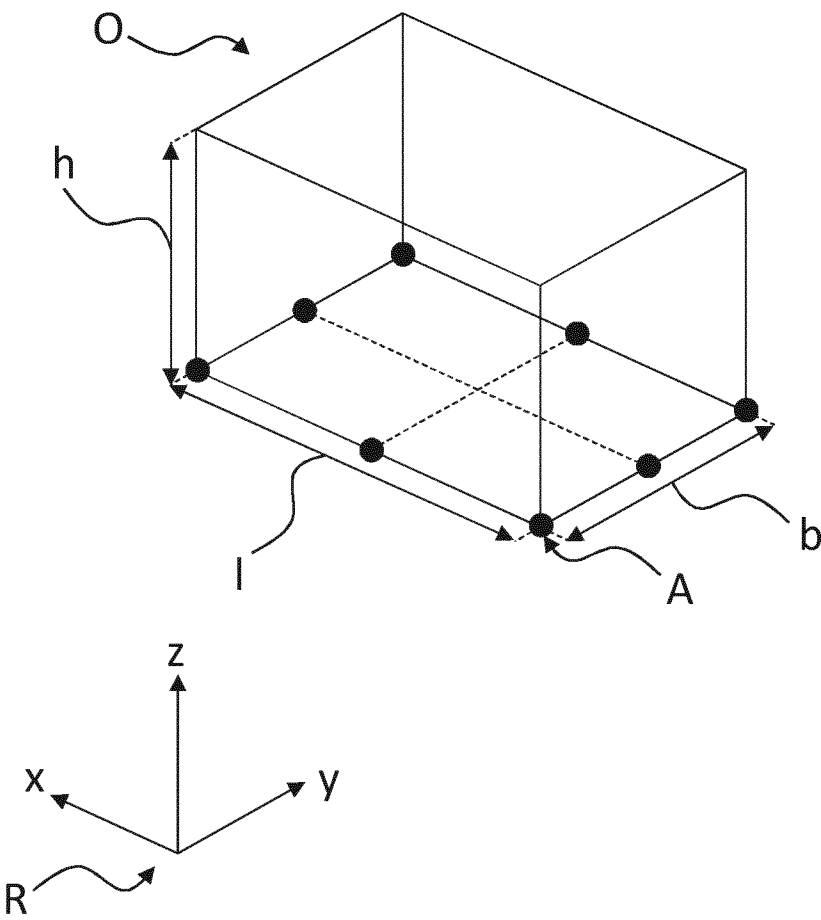


Fig. 2

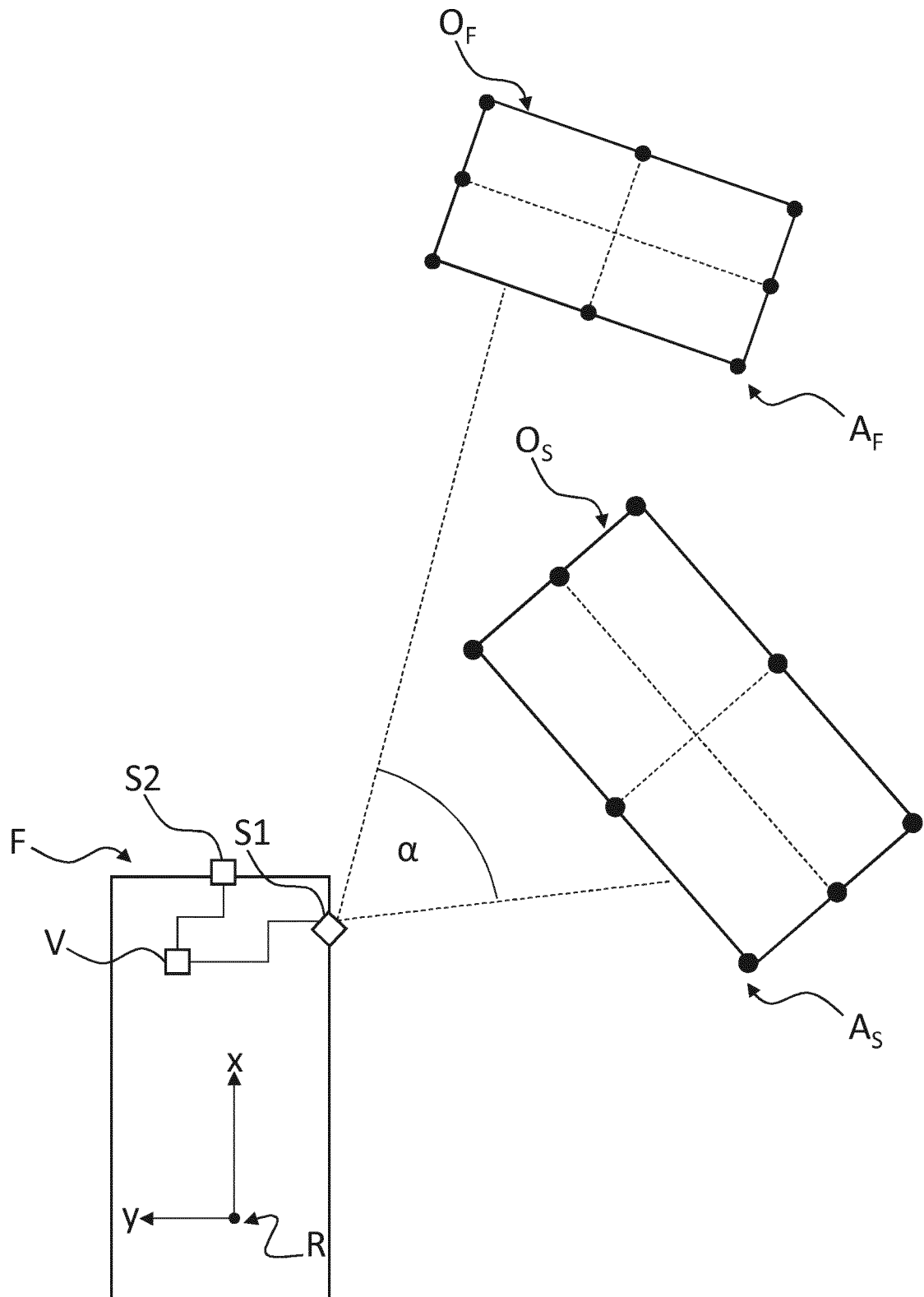
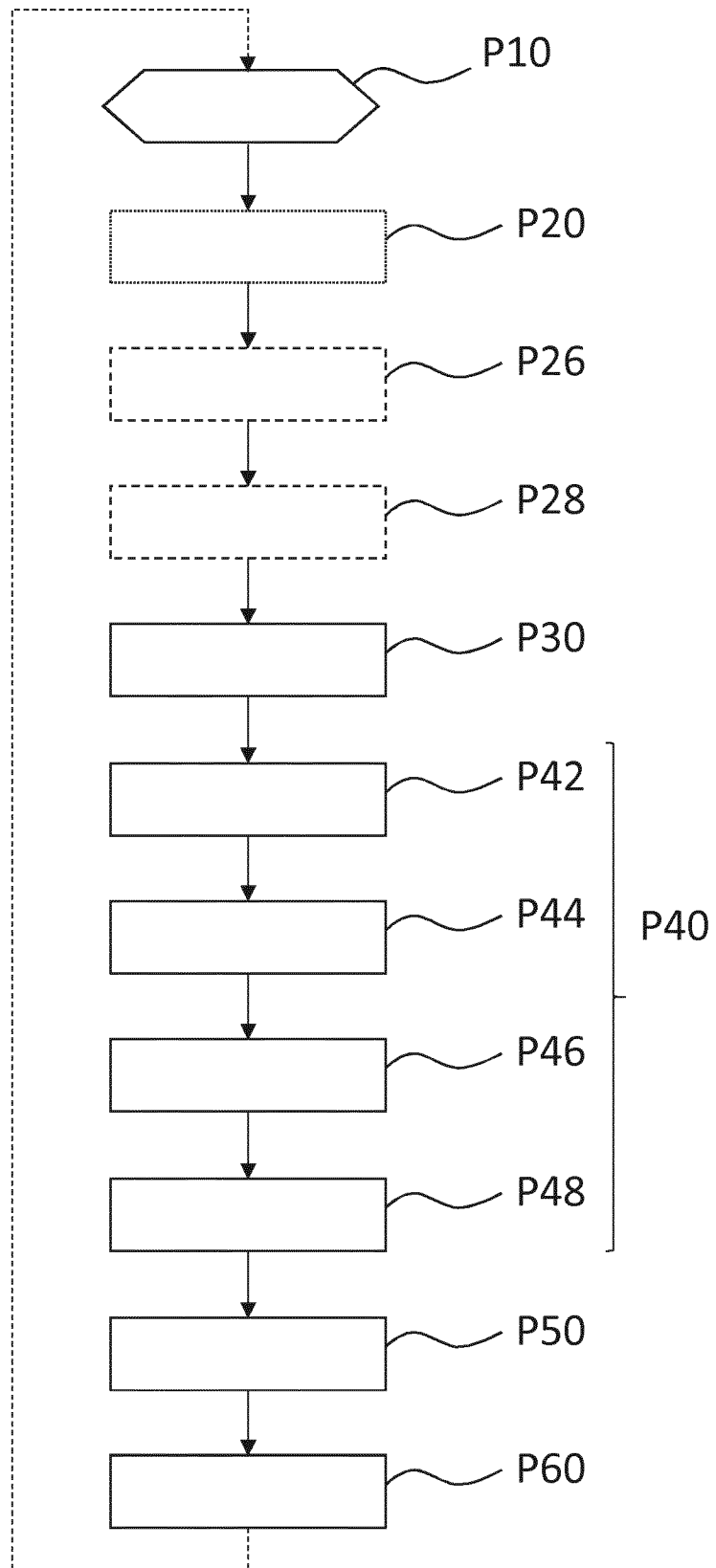


Fig. 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/078424

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G06K 9/00 (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 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	BERTHOLD PHILIPP ET AL. "Radar reflection characteristics of vehicles for contour and feature estimation" <i>2017 SENSOR DATA FUSION: TRENDS, SOLUTIONS, APPLICATIONS (SDF)</i> , IEEE, 10 October 2017 (2017-10-10), pages 1-6 DOI: 10.1109/SDF.2017.8126352 XP033274066 sections I, III-VIII abstract; figures 1-6	1-11
A	NAUJOKS BENJAMIN ET AL. "An Orientation Corrected Bounding Box Fit Based on the Convex Hull under Real Time Constraints" <i>2018 IEEE INTELLIGENT VEHICLES SYMPOSIUM (IV)</i> , IEEE, 26 June 2018 (2018-06-26), pages 1-6 DOI: 10.1109/IVS.2018.8500692 XP033423609 sections I, III-V abstract; figures 1-8	1-11
☒ 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 31 January 2020		Date of mailing of the international search report 10 February 2020
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 Nilsson, Martin Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/078424

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Benjamin Wilking. "Generic Sensor Data Fusion in Information Space and a New Approach to Processing Dense Sensor Data" <i>PhD-Thesis</i> , Ulm, Germany, 05 February 2018 (2018-02-05), Retrieved from the Internet: https://oparu.uni-ulm.de/xmlui/bitstream/handle/123456789/5445/Dissertation_Wilking.pdf?sequence=1&isAllowed=y [retrieved on 2020-01-30] XP055663478 chapter 2-4	1-11
A	Florian Seeliger. "Fahrzeugübergreifende Informationsfusion für ein Kreuzungsassistentensystem" <i>Schriftenreihe des Instituts für Mess-, Regel- und Mikrotechnik</i> , 19 July 2017 (2017-07-19), Retrieved from the Internet: https://oparu.uni-ulm.de/xmlui/bitstream/handle/123456789/4991/Diss_Seeliger.pdf?sequence=1&isAllowed=y [retrieved on 2020-01-13] XP055657349 cited in the application chapters 2-6, annex B	1-11

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. G06K9/00

ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

G06K

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	BERTHOLD PHILIPP ET AL: "Radar reflection characteristics of vehicles for contour and feature estimation", 2017 SENSOR DATA FUSION: TRENDS, SOLUTIONS, APPLICATIONS (SDF), IEEE, 10. Oktober 2017 (2017-10-10), Seiten 1-6, XP033274066, DOI: 10.1109/SDF.2017.8126352 [gefunden am 2017-12-01] Abschnitte I, III-VIII Zusammenfassung; Abbildungen 1-6 ----- -/-	1-11



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

31. Januar 2020

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

10/02/2020

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

Nilsson, Martin

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	NAUJOKS BENJAMIN ET AL: "An Orientation Corrected Bounding Box Fit Based on the Convex Hull under Real Time Constraints", 2018 IEEE INTELLIGENT VEHICLES SYMPOSIUM (IV), IEEE, 26. Juni 2018 (2018-06-26), Seiten 1-6, XP033423609, DOI: 10.1109/IVS.2018.8500692 [gefunden am 2018-10-18] Abschnitte I, III-V Zusammenfassung; Abbildungen 1-8 -----	1-11
A	Benjamin Wilking: "Generic Sensor Data Fusion in Information Space and a New Approach to Processing Dense Sensor Data", PhD-Thesis, 5. Februar 2018 (2018-02-05), XP055663478, Ulm, Germany Gefunden im Internet: URL:https://oparu.uni-ulm.de/xmlui/bitstream/handle/123456789/5445/Dissertation_Wilking.pdf?sequence=1&isAllowed=y [gefunden am 2020-01-30] Kapitel 2-4 -----	1-11
A	Florian Seeliger: "Fahrzeugübergreifende Informationsfusion für ein Kreuzungsassistenzsystem", Schriftenreihe des Instituts für Mess-, Regel- und Mikrotechnik, 19. Juli 2017 (2017-07-19), XP055657349, ISBN: 978-3-941543-35-5 Gefunden im Internet: URL:https://oparu.uni-ulm.de/xmlui/bitstream/handle/123456789/4991/Diss_Seeliger.pdf?sequence=1&isAllowed=y [gefunden am 2020-01-13] in der Anmeldung erwähnt Kapitel 2-6, Anhang B -----	1-11