

(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
30. Januar 2020 (30.01.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/021022 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01C 21/26 (2006.01) G05D 1/02 (2020.01)
G01C 21/30 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/070063

(22) Internationales Anmeldedatum:
25. Juli 2019 (25.07.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2018 118 220.1
27. Juli 2018 (27.07.2018) DE

(71) Anmelder: VOLKSWAGEN AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Berliner Ring 2, 38440 Wolfsburg

(DE), MAN TRUCK & BUS SE [DE/DE]; Dachauer Straße 667, 80995 München (DE).

(72) Erfinder: WILBERS, Daniel; Wellekamp 15, 38440 Wolfsburg (DE). MERFELS, Christian; Adolfstraße 61, 38102 Braunschweig (DE). RECH, Bernd; Bauernberg 10B, 38556 Bokendorf (DE). SCHAPER, Thilo; Starenweg 7, 31275 Lehrte (DE). KOCH, Niklas; Zum Heidegarten 17, 38448 Wolfsburg (DE). JÜRGENS, Stefan; Heinrichstr. 38, 38106 Braunschweig (DE). PERDOMO LOPEZ, David; Kohlmarkt 19, 38100 Braunschweig (DE). HUNGAR, Constanze; Fallersleber Str. 48, 38100 Braunschweig (DE).

(74) Anwalt: RITTNER & PARTNER PATENTANWÄLTE MBB; Schiffgraben 17, 30159 Hannover (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

(54) Title: METHOD FOR ESTIMATING THE QUALITY OF LOCALISATION IN THE SELF-LOCALISATION OF A VEHICLE, DEVICE FOR CARRYING OUT THE STEPS OF THE METHOD, VEHICLE, AND COMPUTER PROGRAM

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR SCHÄTZUNG DER LOKALISIERUNGSGÜTE BEI DER EIGENLOKALISIERUNG EINES FAHRZEUGES, VORRICHTUNG FÜR DIE DURCHFÜHRUNG VON VERFAHRENSSCHRITTEN DES VERFAHRENS, FAHRZEUG SOWIE COMPUTERPROGRAMM

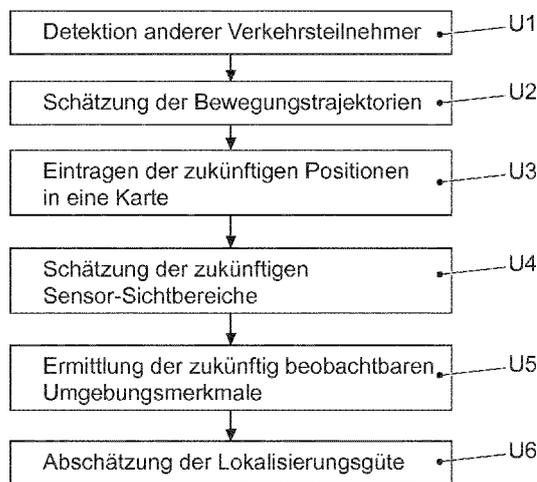


FIG. 4

- U1 Detecting other road users
- U2 Estimating the movement trajectories
- U3 Entering the future positions into a map
- U4 Estimating the future sensor fields of view
- U5 Determining the future observable features in the surroundings
- U6 Estimating the quality of localisation

(57) Abstract: The invention relates to a method for estimating the quality of localisation, which can include the following steps: Using sensor detection, the vehicle (10) detects dynamic objects on the road and in the direct surroundings of the road, for example other vehicles, and estimates their dimensions. The movement of these dynamic objects (12) in the near future is estimated. The outer casings of these objects (12) are entered into a map of the surroundings (UK). From the perspective of the sensors (150, 186) used to detect the features in the surroundings, the limitations of the fields of view and the predicted temporal development thereof as the result of the movement of the vehicle (10) itself and the predicted movements of the dynamic objects (12) are entered into the map of the surroundings (UK). The surrounding features that have been entered into the map of the surroundings (UK) and which may at best be visible in the near future are determined. An upper limit for a measure of the quality of localisation is estimated.

(57) Zusammenfassung: Das Verfahren zur Schätzung der Lokalisierungsgüte kann die folgenden Schritte umfassen: Durch sensorische Erfassung detektiert das Fahrzeug (10) dynamische Objekte auf der Straße sowie in direkter Umgebung der Straße, z. B. andere Fahrzeuge, und schätzt deren Abmessungen ab. Es wird die Bewegung dieser dynamischen Objekte (12) in der nahen Zukunft abgeschätzt. Die Umhüllungen dieser Objekte (12) werden in eine Umgebungskarte (UK) eingetragen. Aus der Perspektive der Sensoren (150, 186), welche zur Detektion der Umgebungsmerkmale dienen, werden die Einschränkungen der Sichtbereiche sowie deren prädizierte zeitliche



WO 2020/021022 A1

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, 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).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

Beschreibung

Verfahren zur Schätzung der Lokalisierungsgüte bei der Eigenlokalisierung eines Fahrzeuges, Vorrichtung für die Durchführung von Verfahrensschritten des Verfahrens, Fahrzeug sowie Computerprogramm

In naher Zukunft werden autonome Fahrsysteme in den Fahrzeugen eingesetzt, die es ermöglichen, dass der Fahrer nicht mehr dauerhaft mit der Fahraufgabe beschäftigt ist und bei aktivem Fahrsystem Nebentätigkeiten (Lesen, Schlafen, Nachrichten schreiben...) durchführen kann.

Unter autonomem Fahren (manchmal auch automatisches Fahren, automatisiertes Fahren oder pilotiertes Fahren genannt) ist die Fortbewegung von Fahrzeugen, mobilen Robotern und fahrerlosen Transportsystemen zu verstehen, die sich weitgehend autonom verhalten. Es gibt verschiedene Abstufungen des Begriffs autonomes Fahren. Dabei wird auf bestimmten Stufen auch dann von autonomem Fahren gesprochen, wenn noch ein Fahrer im Fahrzeug befindlich ist, der ggfs. nur noch die Überwachung des automatischen Fahrvorgangs übernimmt. In Europa haben die verschiedenen Verkehrsministerien (in Deutschland war die Bundesanstalt für Straßenwesen beteiligt) zusammengearbeitet und die folgenden Autonomiestufen definiert.

- Level 0: „Driver only“, der Fahrer fährt selbst, lenkt, gibt Gas, bremst, etc.
- Level 1: Bestimmte Assistenzsysteme helfen bei der Fahrzeugbedienung (u.a. ein Abstandsregelsystem - Automatic Cruise Control ACC).
- Level 2: Teilautomatisierung. U.a. automatisches Einparken, Spurhaltefunktion, allgemeine Längsführung, Beschleunigen, Abbremsen etc. werden von den Assistenzsystemen übernommen (u.a. Stauassistent).
- Level 3: Hochautomatisierung. Der Fahrer muss das System nicht dauernd überwachen. Das Fahrzeug führt selbstständig Funktionen wie das Auslösen des Blinkers, Spurwechsel und Spurhalten durch. Der Fahrer kann sich anderen Dingen zuwenden, wird aber bei Bedarf innerhalb einer Vorwarnzeit vom System aufgefordert, die Führung zu übernehmen. Diese Form der Autonomie ist auf Autobahnen technisch machbar. Der Gesetzgeber arbeitet darauf hin, Level 3-Fahrzeuge zuzulassen. Die gesetzlichen Rahmenbedingungen wurden dafür bereits geschaffen.

- Level 4: Vollautomatisierung. Die Führung des Fahrzeugs wird dauerhaft vom System übernommen. Werden die Fahraufgaben vom System nicht mehr bewältigt, kann der Fahrer aufgefordert werden, die Führung zu übernehmen.
- Level 5: Kein Fahrer erforderlich. Außer dem Festlegen des Ziels und dem Starten des Systems ist kein menschliches Eingreifen erforderlich.

Auch der Verband der Automobilindustrie VDA gibt eine eigene Definition der verschiedenen Stufen im Automatisierungsgrad heraus.

Automatisierte Fahrfunktionen ab Stufe 3 nehmen dem Fahrer die Verantwortung für die Steuerung des Fahrzeugs ab. Für solche automatisierten Fahrsysteme ist die Eigenlokalisierung des Fahrzeuges immens wichtig. Dafür reicht die Positionsbestimmung basierend auf den bekannte GNSS-Systemen, entsprechend Global Navigation Satellite System, wie GPS (Global Positioning System) nicht aus. Um die Genauigkeit bei der Positionsbestimmung zu erhöhen, werden in den automatisierten Fahrsystemen hochgenaue Umgebungskarten eingesetzt. Das Fahrzeug „scannt“ die Umgebung ab, dafür werden bildgebende Sensoren wie Videokamera, Infrarotkamera, LIDAR-Sensoren (Light Detection and Ranging), RADAR-Sensoren (Radio Detection and Ranging) und Ultraschall-Sensoren eingesetzt. Durch Auswertung der von den Sensoren aufgenommenen Bilder werden die Abstände zu bestimmten in der Karte verzeichneten Umgebungsmerkmalen, die auch als Landmarken bezeichnet werden, bestimmt. Daraus ergibt sich dann eine verbesserte Genauigkeit bei der Eigenlokalisierung. Damit lassen sich dann neuere autonome Fahrfunktionen oder neuere Fahrerassistenzsysteme, wie ein „Baustellenassistent“ realisieren.

Für die Eigenlokalisierung von automatisch fahrenden Fahrzeugen sind verschiedene Konzepte bekannt. Bei einigen werden statische Strukturen und Muster in der Fahrzeugumgebung von den Fahrzeugsensoren erkannt und mit entsprechenden Eintragungen in einer Karte verglichen, welche im Fahrzeug verfügbar ist (z. B. Landmarkenbasierte Lokalisierung, Road DNA von tomtom, Road Data Base von Conti-Ygomi, etc.). Diese Konzepte erfordern eine möglichst genaue und aktuelle Karte mit den eingetragenen Umgebungsmerkmalen. Außerdem setzen sie die Sichtbarkeit der von ihnen verwendeten Umgebungsmerkmale durch die Fahrzeugsensoren voraus. Entsprechend ist die Güte der Lokalisierung von der Verfügbarkeit detektierbarer Umgebungsmerkmale sowie der Genauigkeit der Detektion und der Genauigkeit der Karteneinträge abhängig.

Aus der DE 10 2015 010 542 A1 ist ein Verfahren zur Erzeugung einer digitalen Umgebungskarte bekannt. Dabei werden Objekte oder Hindernisse von Umgebungssensoren erfasst. Dabei wird eine von dem Fahrzeug tatsächlich befahrene Route mit einer Route in der Umgebungskarte verglichen und basierend darauf aktualisierte Karteninformationen erzeugt und in der Umgebungskarte gespeichert.

Aus der WO 2017/028994 A1 ist ein Verfahren zum Lokalisieren eines automatisierten Kraftfahrzeuges bekannt. Das Verfahren beinhaltet die folgenden Schritte: Vorgeben einer zu erzielenden Lokalisierungsgenauigkeit für das automatisierte Kraftfahrzeug, Erfassen von Umgebungsdaten des automatisierten Kraftfahrzeugs mittels einer Sensoreinrichtung des automatisierten Kraftfahrzeugs und Verknüpfen der erfassten Umgebungsdaten mit Ortsinformation; Lokalisieren des automatisierten Kraftfahrzeugs mittels der Lokalisierungsreferenzdaten und der erfassten Umgebungsdaten, wobei eine erreichte Lokalisierungsgenauigkeit signalisiert wird. Für den Fall, dass eine Lokalisierungsgenauigkeit mit den vorhandenen Lokalisierungsreferenzdaten nicht erreicht wird, können Funktionalitäten des automatisierten Kraftfahrzeugs deaktiviert werden.

Aus der DE 10 2011 119 762 A1 ist ein Verfahren zur Positionsbestimmung eines Kraftfahrzeuges bekannt. Die Positionsbestimmung im Fahrzeug erfolgt durch eine Kombination von absoluter Positionsbestimmung mit Hilfe von in einer digitalen Karte eingetragenen Landmarken, unterstützt durch eine interpolierende Koppelmessung mit Hilfe einer Inertialsensorik IMU, gegebenenfalls unterstützt durch Odometer α .

Die Güte der Lokalisierung ist im Kontext des automatischen Fahrens ein sicherheitsrelevantes Kriterium für unterschiedliche Fahrzeugfunktionen. Ist beispielsweise absehbar, dass das Fahrzeug sich nicht mehr genau genug lokalisieren kann, so ist eine situationsabhängige Reaktion des Fahrzeugs möglich. Beispielsweise kann ein Fahrer rechtzeitig zur Übernahme aufgefordert werden oder das Fahrzeug kann seine Geschwindigkeit reduzieren oder es kann selbstständig ein Haltemanöver durchführen. Daher ist es essentiell, die aktuelle und zukünftige Lokalisierungsgüte zu schätzen.

Die Erfindung setzt sich zur Aufgabe, eine Lösung zu finden für das Problem der Schätzung der zukünftig zu erwartenden Lokalisierungsgüte.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zur Schätzung der Lokalisierungsgüte bei der Eigenlokalisierung eines Fahrzeuges gemäß Anspruch 1, eine Vorrichtung für die

Durchführung von Verfahrensschritten des Verfahrens gemäß Anspruch 12, ein Fahrzeug gemäß Anspruch 13 sowie ein Computerprogramm gemäß Anspruch 14 gelöst.

Die abhängigen Ansprüche beinhalten vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der Erfindung entsprechend der nachfolgenden Beschreibung dieser Maßnahmen.

Der Vorschlag behandelt das Problem der Schätzung der zukünftig zu erwartenden Lokalisierungsgüte. Diese wird bestimmt durch die zukünftige Sichtbarkeit der Umgebungsmerkmale. Typischerweise ist die Lokalisierungsgüte von der Anzahl der sichtbaren Umgebungsmerkmale abhängig sowie auch von deren Verteilung im Raum. Generell kann gesagt werden, dass die Lokalisierungsgüte umso besser ist, je mehr Umgebungsmerkmale für den Abgleich mit der Karte zur Verfügung stehen und je besser diese im Raum verteilt sind. Aus der Kenntnis der für die Fahrzeugsensoren während der Fahrt vermutlich sichtbaren Umgebungsmerkmale (Anzahl und Verteilung im Raum) kann ein Gütemaß für die vorausliegende Strecke prädiziert werden.

Der Begriff Umgebungsmerkmal betrifft allgemein charakteristische Merkmale in der Umgebung eines Objektes. Im Folgenden wird häufig synonym von einer Landmarke gesprochen. Unter dem Begriff Landmarke wird häufig ein deutlich sichtbares Umgebungsmerkmal verstanden. Beispiele von Landmarken betreffen ein aufgestelltes Küstenseezeichen wie einen Leuchtturm oder ein anderes auffälliges, meist weithin sichtbares topographisches Objekt. Dementsprechend können beispielsweise Kirchen, Türme, Windräder, Burgen, Berge oder freistehende markante große Bäume Landmarken darstellen. Sie spielen bei der räumlichen Orientierung und terrestrischen Navigation eine wichtige Rolle und werden daher auf Karten gegebenenfalls durch besondere Kartenzeichen markiert. Es kann sich aber auch um ein auf der Fahrbahn deutlich sichtbares Umgebungsmerkmal handeln, wie Fahrbahnmarkierungen auf der Fahrbahn, z.B. Fahrstreifenmarkierungen, Richtungspfeile, Haltelinien, usw.

In einer Ausgestaltung betrifft der Vorschlag ein Verfahren zur Schätzung der Lokalisierungsgüte bei der Eigenlokalisierung eines Fahrzeuges, bei dem zur Eigenlokalisierung eine Umgebungskarte eingesetzt wird, die bei der Steuerung eines Fahrzeuges zum Einsatz kommt, wobei ein Fahrzeug bei Befahren einer Fahrbahn versucht, eine Anzahl von in der Umgebungskarte verzeichneten Landmarken sensorisch zu erfassen, und aus der Lage der Anzahl von Landmarken die Eigenposition des Fahrzeuges bestimmt. Bei dem Verfahren wird vorschlagsgemäß im Fahrzeug die zukünftige Sichtbarkeit von Landmarken bestimmt und in Abhängigkeit von der zukünftigen Sichtbarkeit der Landmarken

die Lokalisierungsgüte für die zukünftige Eigenlokalisierung des Fahrzeuges geschätzt. Die Lokalisierungsgüte ist eine wichtige Information, die bei der Beurteilung herangezogen wird, ob die automatische Fahrfunktion in einem sicheren Zustand betrieben werden kann. Wenn die automatische Fahrfunktion so eingeschätzt wird, dass sie die erforderlichen Sicherheitskriterien nicht mehr erfüllt, muss sie entweder abgeschaltet werden und der Fahrer des Fahrzeuges wird zur Übernahme der Steuerungsfunktion aufgefordert, oder es werden andere Maßnahmen getroffen, wie Abbremsung des Fahrzeuges bis zum Stillstand, Steuern des Fahrzeuges an den Straßenrand oder auf einen Parkplatz oder eine Nothaltebucht, Warnung des Fahrers und/oder der anderen Verkehrsteilnehmer, usw. Der Vorschlag betrifft also einen sicherheitsrelevanten Aspekt zur Realisierung einer automatischen Fahrfunktion und ihm kommt bereits aus diesem Grund größere Bedeutung zu.

In einer besonderen Ausgestaltung des Verfahrens beinhaltet der Schritt zur Bestimmung der zukünftigen Sichtbarkeit von Landmarken einen Schritt des Detektierens von Hindernissen, die die Sichtbarkeit von Landmarken einschränken. Hindernisse könnten unbewegliche Hindernisse wie Gebäude oder andere Bauwerke sein, oder auch natürliche Hindernisse wie Gebirge, Bäume, Felsen. Daneben gibt es auch bewegliche Hindernisse wie Fahrzeuge der anderen Verkehrsteilnehmer.

Während die unbeweglichen Hindernisse typischerweise so detektiert werden, dass sie in der Umgebungskarte verzeichnet sind und zur Detektion die entsprechenden Angaben aus der Umgebungskarte entnommen werden, betrifft eine besondere Ausgestaltung des Verfahrens die sensorische Erfassung von beweglichen Hindernissen auf der Fahrbahn und optional in der Umgebung der Fahrbahn für den Schritt des Detektierens von Hindernissen. Die Detektion von beweglichen Hindernissen ist bedeutend, denn die Fahrzeuge mit automatischer Fahrfunktion benutzen das öffentliche Straßennetz, wo häufig dichter Verkehr vorherrscht, so dass ein Hauptgrund zur Einschränkung der Sichtbarkeit von Landmarken in der Verdeckung durch andere Verkehrsteilnehmer besteht.

In einer weiteren Ausgestaltung des Verfahrens betrifft der Schritt zur Bestimmung der zukünftigen Sichtbarkeit von Landmarken weiterhin einen Schritt der Schätzung von Bewegungstrajektorien der beweglichen Hindernisse. Dies ist nötig, um die zukünftige Sichtbarkeit von Landmarken beurteilen zu können.

Damit ist es dann auch möglich, die vorausberechneten Positionen der beweglichen Hindernisse in die Umgebungskarte einzutragen. Dies macht das Verfahren besonders

effizient. Für die Eigenlokalisierung wird ohnehin die Umgebungskarte benutzt. Wenn dann darin auch die beweglichen Hindernisse wie die unbeweglichen Hindernisse verzeichnet sind, braucht an dem Algorithmus, der die Eigenlokalisierung berechnet, keine substantielle Änderung vorgenommen zu werden.

Hier ist es zur Erhöhung der Genauigkeit vorteilhaft, wenn der Schritt des Eintragens der vorausberechneten Positionen der beweglichen Hindernisse in die Umgebungskarte einen Schritt des Eintragens der räumlichen Ausdehnung des Hindernisses umfasst.

Diesbezüglich ist es auch vorteilhaft, wenn der Schritt zur Bestimmung der zukünftigen Sichtbarkeit von Landmarken weiterhin einen Schritt der Schätzung des zukünftigen Sichtbereiches eines Sensors des Fahrzeuges umfasst. Dabei wird ein Zeitpunkt bestimmt, wann die zukünftige Sichtbarkeit zu beurteilen ist. Mit der bekannten Bewegungstrajektorie des Eigenfahrzeuges wird die zukünftige Sensorposition ermittelt. Für diese Position wird dann der Sichtbereich des Sensors des Fahrzeuges bestimmt.

Danach kann dann in vorteilhafter Weise die Ermittlung der aufgrund des ermittelten zukünftigen Sichtbereiches zukünftig durch den Sensor zu beobachtenden Landmarken stattfinden.

Schließlich wird in einer Variante die Lokalisierungsgüte bei der Eigenlokalisierung des Fahrzeuges in Abhängigkeit von der Anzahl der zukünftig zu beobachtenden Landmarken bestimmt. Diese Variante ist besonders einfach zu implementieren, ohne großen Rechenaufwand zu verursachen.

In einer genaueren Variante wird die Lokalisierungsgüte durch statistische Auswertung der zukünftig zu beobachtenden Landmarken unter Berücksichtigung der relativen Lage der Landmarken zueinander bestimmt.

Dies kann in vorteilhafter Weise durch Berechnung der Kovarianz der relativen Lagen der zu beobachtenden Landmarken zueinander in Bezug zur Position des Fahrzeuges erfolgen.

Zusammengefasst kann das Verfahren in einer Ausführungsform die folgenden Schritte umfassen:

1. Durch sensorische Erfassung detektiert das automatische Fahrzeug dynamische und statische Objekte auf der Straße sowie in direkter Umgebung der Straße, z. B. andere

Fahrzeuge, Hindernisse, und schätzt deren Abmessungen ab. Hierzu können umhüllende Quader mit Längen-, Breiten- und Höhenangabe definiert werden.

2. Es wird die Bewegung dieser Umhüllungen in der nahen Zukunft abgeschätzt.
3. Die Umhüllungen dieser Objekte werden in eine Umgebungskarte eingetragen.
4. Aus der Perspektive der Sensoren, welche zur Detektion der Umgebungsmerkmale dienen, werden die Einschränkungen der Sichtbereiche sowie deren prädizierte zeitliche Entwicklung aufgrund der Eigenbewegung des Fahrzeugs und der prädizierten Bewegungen der dynamischen Objekte in die Umgebungskarte eingetragen.
5. Es wird ermittelt, welche in die Umgebungskarte eingetragenen Umgebungsmerkmale in der nahen Zukunft im besten Fall sichtbar sein können.
6. Es wird eine obere Grenze für ein Gütemaß der Lokalisierung abgeschätzt. In der Praxis wird ein Teil der in der Karte eingetragenen und nicht von der oben beschriebenen Verdeckungsprädiktion betroffenen Umgebungsmerkmalen dennoch nicht detektiert werden. Gründe können sein, dass einige Umgebungsmerkmale dennoch verdeckt sind, von den Sensoren aufgrund ungünstiger Verhältnisse nicht erkannt werden können (z. B. ungünstige Witterung) oder nicht mehr existieren. Somit kann in der Praxis die tatsächliche Lokalisierungsgüte geringer sein als die obere Grenze des Gütemaßes.

Für eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens entsprechend des Vorschlages ist es vorteilhaft, wenn die Vorrichtung mit wenigstens einer Prozessoreinrichtung ausgestattet ist, die dafür eingerichtet ist, die entsprechenden Verfahrensschritte durchzuführen.

Eine weitere Ausführungsform der Erfindung besteht in einem Fahrzeug, das eine entsprechende Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens aufweist.

Weiterhin kann der Vorschlag als Computerprogramm realisiert werden. Dieses Computerprogramm weist einen Programmcode auf, der zur Abarbeitung in einer Prozessoreinrichtung kommt und dabei die Verfahrensschritte des beanspruchten Verfahrens durchführt.

Mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden nachfolgend anhand der Figuren näher erläutert.

Es zeigen:

- Fig. 1 eine Darstellung des Gesamtsystems mit einer Anzahl an Flotten-Fahrzeugen, die über Mobilfunk ans Internet angebunden sind und mit einem Backend-Server kommunizieren, der im Internet erreichbar ist;

- Fig. 2 das typische Cockpit eines Fahrzeuges;
- Fig. 3 ein Blockschaltbild der Kfz-Elektronik des Fahrzeuges;
- Fig. 4 den Ablauf des Verfahrens zur Bestimmung der Lokalisierungsgüte gemäß eines ersten Ausführungsbeispiels;
- Fig. 5 eine Illustration des ermittelten zukünftigen Sichtbereiches eines Sensors des Fahrzeuges, der benutzt wird, um abschätzen zu können, welche Landmarken zukünftig sichtbar sein werden;
- Fig. 6 eine Illustration von zwei Beispielen von sichtbaren Landmarken, einmal mit eingeschränkter Sicht zu den umgebenden Landmarken und zum anderen mit uneingeschränkter Sicht zu den umgebenden Landmarken; und
- Fig. 7 den Ablauf des Verfahrens zur Bestimmung der Lokalisierungsgüte gemäß eines zweiten Ausführungsbeispiels.

Die vorliegende Beschreibung veranschaulicht die Prinzipien der erfindungsgemäßen Offenbarung. Es versteht sich somit, dass Fachleute in der Lage sein werden, verschiedene Anordnungen zu konzipieren, die zwar hier nicht explizit beschrieben werden, die aber Prinzipien der erfindungsgemäßen Offenbarung verkörpern und in ihrem Umfang ebenfalls geschützt sein sollen.

Fig. 1 zeigt die Anbindung von Fahrzeugen 10 über Mobilfunk an das Internet 300 und im Besonderen zu einer externen zentralen Recheneinheit 320, nachfolgend Backend-Server genannt, die im Internet 300 erreichbar ist.

Für die Bereiche kooperative Fahrmanöver oder autonomes Fahren ist eine Fahrzeugkommunikation, auch eine direkte Fahrzeug-zu-Fahrzeugkommunikation, und ggfs. auch noch eine Fahrzeug-zu-Infrastrukturkommunikation erforderlich. Alle drei verschiedenen Kommunikationsarten sind in Fig. 1 dargestellt. Die Anbindung an das Internet 300 geschieht über Mobilfunkkommunikation. Dabei kommuniziert ein im Fahrzeug 10 verbautes Kommunikationsmodul 160 mit einer Mobilfunk-Basisstation 210, in dessen Abdeckungsbereich das Fahrzeug 10 unterwegs ist. Die Basisstation 210 steht über ein EPC-Netzwerk 200 des Mobilfunkbetreibers, entsprechend Evolved Packet Core, mit dem Internet 300 in Verbindung. So kann das Fahrzeug 10 mit dem Backend-Server 320 kommunizieren, der im Internet 300 erreichbar ist.

Solche Mobilfunktechnologien sind standardisiert und es wird hier auf die entsprechenden Spezifikationen von Mobilfunkstandards verwiesen. Als modernes Beispiel für einen Mobilfunkstandard wird auf die 3GPP-Initiative und den LTE-Standard (Long Term Evolution) verwiesen. Viele der zugehörigen ETSI-Spezifikationen sind derzeit in der Version 14

verfügbar. Als Beispiel aus Version 13 wird folgendes genannt: ETSI TS 136 213 V13.0.0 (2016-05); es handelt sich um einen weiterentwickelten universellen terrestrischen Funkzugang (E-UTRA); Bitübertragungsschicht (3GPP TS 36.213 Version 13.0.0 Release 13).

LTE steht für hohe Übertragungsraten und kurze Antwortzeiten. Die Erhöhung der Übertragungsraten wird in LTE durch bessere Modulationsverfahren, flexiblere Frequenznutzung und größere Kanalbandbreiten erreicht. Gemäß der Spezifikation hat LTE derzeit eine Übertragungsraten von mehr als 300 MBit / s im Downlink und 75 MBit / s im Uplink pro 20 MHz-Band, mathematisch und weniger Overhead.

Wenn die Fahrzeuge untereinander Daten austauschen müssen, findet eine Fahrzeug-zu-Fahrzeug-Kommunikation statt. Dafür stehen verschiedene Kommunikationssysteme zur Verfügung. Beispiele sind die WLAN-basierte Fahrzeugdirektkommunikation entsprechend des Standards IEEE 802.11p und Fahrzeugdirektkommunikation im Bereich von Mobilfunknetzen. Bei dem Mobilfunk-Standard der vierten Generation, entsprechend Long Term Evolution LTE heißt diese Variante LTE-V, im Fall der 5G-Initiative heißt diese Variante D2D, entsprechend Device to Device-Kommunikation. Daneben gibt es noch die sogenannte Fahrzeug-zu-Infrastruktur-Kommunikation. Dabei kommuniziert ein Fahrzeug mit den Infrastruktur-Komponenten, z.B. den sogenannten Road-Side Units RSU 310. Wenn diese Infrastruktur-Komponenten auch mit dem Backend-Server 320 in Verbindung stehen, kann die Kommunikation mit dem Backend-Server 320 auch über die Fahrzeug-zu-Infrastruktur-Kommunikation erfolgen.

Fig. 2 zeigt das typische Cockpit eines Fahrzeuges 10. Dargestellt ist ein Personenkraftwagen Pkw. Als Fahrzeug 10 kämen allerdings beliebige andere Fahrzeuge ebenfalls in Betracht. Beispiele von weiteren Fahrzeugen sind: Fahrräder, Motorräder, Busse, Nutzfahrzeuge, insbesondere Lastkraftwagen Lkw, Landmaschinen, Baumaschinen, Schienenfahrzeuge, usw. Der Einsatz der Erfindung wäre allgemein bei Landfahrzeugen, inklusive Robotern, Schienenfahrzeugen, Wasserfahrzeugen und Luftfahrzeugen inklusive Drohnen möglich.

In dem betrachteten Fall wird davon ausgegangen, dass das Fahrzeug 10 mit einem oder mehreren Fahrerassistenzsystemen ausgestattet ist und einen Automatisierungsgrad ab Stufe 3 nach Definition des VDA erfüllt. Eine wesentliche Komponente des Cockpits ist eine Anzeigeeinheit 20 eines Infotainment-Systems. Es handelt sich um einen berührungsempfindlichen Bildschirm 20, der in der Mittelkonsole angebracht ist. Der berührungsempfindliche Bildschirm 20 dient dabei insbesondere zur Bedienung von

Funktionen des Fahrzeugs 10. Beispielsweise können darüber ein Radio, ein Navigationssystem, eine Wiedergabe von gespeicherten Musikstücken und/oder eine Klimaanlage, andere elektronische Einrichtungen oder andere Komfortfunktionen oder Applikationen des Fahrzeugs 10 gesteuert werden. Zusammengefasst wird häufig von einem „Infotainment-System“ gesprochen. Ein Infotainment-System bezeichnet bei Kraftfahrzeugen, speziell Pkw, die Zusammenführung von Autoradio, Navigationssystem, Freisprecheinrichtung, Fahrerassistenzsystemen und weiterer Funktionen in einer zentralen Bedieneinheit. Der Begriff Infotainment ist ein Kofferwort, zusammengesetzt aus den Worten Information und Entertainment (Unterhaltung). Zur Bedienung des Infotainment-Systems wird hauptsächlich der berührungsempfindliche Bildschirm 20 („Touchscreen“) benutzt, wobei dieser Bildschirm 20 insbesondere von einem Fahrer des Fahrzeugs 10, aber auch von einem Beifahrer des Fahrzeugs 10 gut eingesehen und bedient werden kann. Unterhalb des Bildschirms 20 können zudem mechanische Bedienelemente, beispielsweise Tasten, Drehregler oder Kombinationen hiervon, wie beispielsweise Drehdrückregler, in einer Eingabeeinheit 50 angeordnet sein. Typischerweise ist auch eine Lenkradbedienung von Teilen des Infotainment-Systems möglich. Dafür sind die Fahrzeuge 10 mit einer sogenannten Multifunktionslenkrad-Bedienung ausgestattet. Diese Einheit ist nicht separat dargestellt, sondern wird als Teil der Eingabeeinheit 50 betrachtet. Auch der große dargestellte Drehdrückregler im unteren Teil der Mittelkonsole wird als Teil der Eingabeeinheit betrachtet.

Fig. 3 zeigt schematisch ein Blockschaltbild der Kfz-Elektronik sowie beispielhaft einige Teilsysteme oder Applikationen des Infotainment-Systems. Das Infotainment-System umfasst neben weiteren Komponenten: die berührungsempfindliche Anzeigeeinheit 20, eine Recheneinrichtung 40, eine Eingabeeinheit 50 und einen Speicher 60. Die Anzeigeeinheit 20 umfasst sowohl eine Anzeigefläche zum Anzeigen veränderlicher grafischer Informationen als auch eine über der Anzeigefläche angeordnete Bedienoberfläche (berührungssensitive Schicht) zum Eingeben von Befehlen durch einen Benutzer.

Die Anzeigeeinheit 20 ist über eine Datenleitung 70 mit der Recheneinrichtung 40 verbunden. Die Datenleitung kann nach dem LVDS-Standard ausgelegt sein, entsprechend Low Voltage Differential Signalling. Über die Datenleitung 70 empfängt die Anzeigeeinheit 20 Steuerdaten zum Ansteuern der Anzeigefläche des Touchscreens 20 von der Recheneinrichtung 40. Über die Datenleitung 70 werden auch Steuerdaten der eingegebenen Befehle von dem Touchscreen 20 zu der Recheneinrichtung 40 übertragen. Mit der Bezugszahl 50 ist die Eingabeeinheit bezeichnet. Ihr zugehörig sind die schon erwähnten Bedienelemente wie Tasten, Drehregler, Schieberegler oder Drehdrückregler, mit

deren Hilfe die Bedienperson über die Menüführung Eingaben machen kann. Unter Eingabe wird allgemein das Anwählen einer ausgewählten Menüoption verstanden, wie auch das Ändern eines Parameters, das Ein- und Ausschalten einer Funktion usw.

Die Speichereinrichtung 60 ist über eine Datenleitung 80 mit der Recheneinrichtung 40 verbunden. In dem Speicher 60 ist ein Piktogrammverzeichnis und/oder Symbolverzeichnis hinterlegt mit den Piktogrammen und/oder Symbolen für mögliche Einblendungen von Zusatzinformationen.

Die weiteren Komponenten des Infotainment-Systems Kamera 150, Radio 140, Navigationsgerät 130, Telefon 120 und Kombiinstrument 110 sind über den Datenbus 100 mit der Vorrichtung zur Bedienung des Infotainment-Systems verbunden. Als Datenbus 100 kommt die Highspeed-Variante des CAN-Bus nach ISO Standard 11898-2 in Betracht. Alternativ käme z.B. auch der Einsatz eines auf Ethernet-Technologie beruhenden Bussystems wie IEEE 802.03cg in Frage. Auch Bussysteme, bei denen die Datenübertragung über Lichtwellenleiter geschieht, sind einsetzbar. Als Beispiele werden genannt der MOST Bus (Media Oriented System Transport) oder der D2B Bus (Domestic Digital Bus). Für die drahtlose Kommunikation nach innen und außen ist das Fahrzeug 10 mit dem Kommunikationsmodul 160 ausgestattet. Dieses Modul wird oft auch als On-Board Unit oder auch als On-Board Connectivity Unit bezeichnet. Es kann für die Mobilfunk-Kommunikation, z.B. nach LTE Standard, entsprechend Long Term Evolution, ausgelegt sein. Ebenfalls kann es für WLAN-Kommunikation, entsprechend Wireless LAN, ausgelegt sein, sei es für die Kommunikation zu Geräten der Insassen im Fahrzeug oder für die Fahrzeug-zu-Fahrzeug Kommunikation etc.

Der Kommunikationsbus 100 des Infotainment-Systems ist mit einem Gateway 30 verbunden. Daran angeschlossen sind auch die anderen Teile der Kfz-Elektronik. Zum Einen der Kommunikationsbus 104 des Antriebstrangs, der typischerweise in Form des CAN-Bus realisiert wird. Als Beispiele sind die Steuergeräte des Antriebstrangs Motorsteuergerät 172, ESP-Steuergerät 174 und Getriebesteuergerät 176 genannt und gezeigt. Weiter der Kommunikationsbus 102 für Fahrerassistenzsysteme, der in Form des FlexRay-Busses ausgebildet sein kann. Dabei sind zwei Fahrerassistenzsysteme dargestellt: ein Fahrerassistenzsystem 182 zur automatischen Abstandsregelung ACC entsprechend Adaptive Cruise Control, ein Fahrautomaten-Steuergerät 184 das eine automatische Fahrfunktion mit automatischer Lenkung durchführt 184, und ein LIDAR-Sensor 186, entsprechend Light Detection and Ranging. Weiterhin ist noch ein Kommunikationsbus 106 an das Gateway 30 angeschlossen. Dieser verbindet das Gateway 30 mit einer On-Board

Diagnoseschnittstelle 190. Die Aufgabe des Gateway 30 besteht darin, die Formatumwandlungen für die verschiedenen Kommunikationssysteme 100, 102, 104, 106 zu machen, sodass untereinander Daten ausgetauscht werden können. Im gezeigten Ausführungsbeispiel macht das Fahrerassistenzsystem 184 für die Fahraufgabe von einer hochgenauen Umgebungskarte Gebrauch. Die Umgebungskarte UK kann in einer ersten Ausführungsform vorab in einem Speicher des Fahrautomaten-Steuergerät 184 abgespeichert werden. Dazu wird sie üblicherweise über das Kommunikationsmodul 160 geladen, von dem Gateway 30 weitergeleitet und in den Speicher des Fahrautomaten-Steuergerät 184 geschrieben. In einer anderen Variante wird nur ein Ausschnitt einer Umgebungskarte UK geladen und in den Speicher des Fahrerassistenzsystems geschrieben. Dies ermöglicht es, dass ein kleinerer Speicher in dem Fahrautomaten-Steuergerät 184 vorgesehen werden kann und verringert die Kosten. Die hochgenaue Umgebungskarte UK kann für ein Land wie Deutschland schon einige Gigabyte an Daten bedeuten.

Das Fahrzeug 10 ist mit den beiden Umgebungssensoren Videokamera 150 und LIDAR-Sensor 186 ausgestattet. Typischerweise sind sogar mehrere Videokameras 150 (Front-Kamera, Heck-Kamera, Seitenkamera links, Seitenkamera rechts) in dem Fahrzeug 10 verbaut. So ist es möglich durch Bildverarbeitung eine Rundumsicht für das Fahrzeug 10 zu erzeugen. Der LIDAR-Sensor 186 wird typischerweise im Frontbereich des Fahrzeuges 10 verbaut und erfasst die Umgebung in Fahrtrichtung des Fahrzeuges 10. Daneben könnten auch noch Ultraschallsensoren und RADAR-Sensoren eingesetzt werden.

Die genannten Umgebungssensoren, die in der Lage sind, das Umfeld des Fahrzeuges zu erfassen, sind für unterschiedliche Entfernungen und unterschiedliche Einsatzzwecke einzusetzen. Es gelten in etwa die folgenden Reichweiten- und Zweckangaben:

- Eine Stereo-Kamera, Reichweite 500m, dient zur Erfassung einer 3D-Karte, benutzt für einen automatischen Notbremsassistenten, Spurwechselassistenten, zur Verkehrsschilderkennung und einen Abstandsregeltempomaten.
- Kamera, Reichweite 100 m, dient zur Erfassung einer 3D-Karte, benutzt für einen automatischen Notbremsassistenten, Spurwechselassistenten, zur Verkehrsschilderkennung, einen Abstandsregeltempomaten, zur Frontaufprallwarnung, automatischer Lichtsteuerung und einen Parkassistenten.
- Ultraschallsensor, Reichweite <10m, Parkassistent.
- Radar-Sensor, Reichweite 20 cm bis 100 m, benutzt für einen automatischen Notbremsassistenten, zur automatischen Geschwindigkeitsregelung, einen

Abstandsregeltempomaten, einen Totwinkelassistenten, einen Querverkehralarmgeber

- LIDAR-Sensor, Reichweite 100 m, dient zur Erfassung einer 3D-Karte, benutzt für einen automatischen Notbremsassistenten.

Zur Beurteilung der Lokalisierungsgüte werden folgende Verfahrensschritte durchgeführt, die anhand des in der Fig. 4 dargestellten Ablaufplanes erläutert werden.

Das Ablaufdiagramm für diese Schritte kann wie ein Flussdiagramm für ein Computerprogramm angesehen werden, das in einer Recheneinheit des Fahrzeuges 10 zur Abarbeitung kommt. In einer Ausführungsform ist die Recheneinheit Teil des Fahrerassistenzsystems 184. In einer anderen Variante wird das Programm von der Recheneinheit 40 des Infotainmentsystems abgearbeitet. Die Position des Fahrzeuges 10 ist zumindest über das GNSS-System grob bekannt. Als Umgebungsmerkmal kommt z.B. eine Landmarke in Betracht. Unter einer Landmarke wird hier ein deutlich sichtbares Umgebungsmerkmal verstanden. Es kann sich um ein in der Natur vorkommendes meist weithin sichtbares topographisches Objekt, wie einen Baum, Felsen, Berggipfel und dergleichen, handeln. Andere Beispiele von Landmarken betreffen Bauwerke wie Kirchen, Türme, Windräder, Burgen. Aber auch am Straßenrand aufgestellte Landmarken, wie Ampeln, Straßenschilder, Verkehrsschilder, Straßenlaternen, Brücken, Entfernungsmarken, Häuserkanten, werden als Beispiel erwähnt. Die Aufzählung ist nicht abschließend.

Fig. 4 zeigt die einzelnen Verfahrensschritte, die im Fahrzeug 10 durchgeführt werden, um die Lokalisierungsgüte abzuschätzen. Im Schritt U1 werden die anderen Verkehrsteilnehmer erfasst. Dazu wird die im Fahrzeug eingebaute Umgebungssensorik eingesetzt. In dem in Fig. 3 gezeigten Beispiel wird die Videokamera 150 und der LIDAR-Sensor 186 eingesetzt. Zur Erfassung zählt auch die Bildauswertung. Dabei erfolgt die Bildauswertung in einer separaten Prozessoreinheit. Im betrachteten Fall würde die Bildauswertung in einer Prozessoreinheit des Fahrautomaten-Steuergerätes 184 erfolgen. Dafür ist es notwendig, die Sensordaten zu dem Fahrautomaten-Steuergerät 184 zu übertragen. Dafür werden die verschiedenen Bussysteme und das Gateway 30 eingesetzt. Das Fahrautomaten-Steuergerät 184 ist mit einem entsprechend großen Speicher ausgestattet, in dem die Sensordaten zwischengespeichert werden.

Als illustrierendes Beispiel soll hier die Fahrt auf einer Fahrbahn mit zwei oder mehr Fahrstreifen und hohem Lkw-Aufkommen dienen. Dieses Szenario ist in der Fig. 5 gezeigt. Die Lkw 12 werden typischerweise den rechten Fahrstreifen benutzen und auf dem linken

Fahstreifen von den leichteren Fahrzeugen 10 überholt werden. Die Umgebungssensoren des automatischen Fahrzeugs 10 werden bei dem Überholvorgang die vorausfahrenden Lkw 12 auf dem rechten Fahstreifen erkennen. Es erfolgt eine mehrfache Erfassung zeitlich nacheinander. In einer erweiterten Ausführungsform könnten noch weitere Verkehrsteilnehmer erfasst werden. Als erstes werden die auf der Fahrbahn in entgegenkommender Fahrtrichtung fahrenden Fahrzeuge genannt, durch die ebenfalls eine Verdeckung von Landmarken erfolgen kann. Als weiteres Beispiel werden Verkehrsteilnehmer genannt, die auf einer parallel verlaufenden Straße unterwegs sind.

Damit kann dann auch die Bewegung der vorausfahrenden Lkw 12 abgeschätzt werden. Dies erfolgt im Verfahrensschritt U2. Dort werden die Bewegungstrajektorien der erfassten vorausfahrenden Lkw 12 bestimmt. Die Rechenalgorithmen, die dafür einsetzbar sind, werden als bekannt vorausgesetzt.

Im Schritt U3 erfolgt dann das Eintragen der zukünftigen Positionen der erfassten vorausfahrenden Fahrzeuge in die Umgebungskarte UK mit Angabe des Zeitpunktes, der für den Eintrag gültig ist. Hier wird auch die Ausdehnung des vorausfahrenden Fahrzeuges 12 in die Karte eingetragen. Hierzu können umhüllende Quader mit Längen-, Breiten- und Höhenangabe definiert werden. Ziel ist es ja, dass das automatische Fahrzeug 10 abschätzen soll, wann es keine Landmarken mehr auf der rechten Seite detektieren können wird, s. Fig. 5.

Um diese Aufgabe mit guter Genauigkeit durchführen zu können, wird im Schritt U4 noch der zukünftige Sensorsichtbereich abgeschätzt. Dabei wird für den zukünftigen Zeitpunkt die Position des Sensors abgeschätzt. Diese ergibt sich ja aus der Bewegungstrajektorie des Fahrzeuges 10. Dem Fahrzeug ist durch Vorkonfiguration bekannt, wo die eigentliche Sensorposition im Fahrzeug 10 ist. Der zukünftige Sensor-Sichtbereich ist in der Fig. 5 dargestellt und mit Bezugszeichen ZSSB markiert. Dort ist auch erkennbar, dass zum dargestellten Zeitpunkt keine der auf der rechten Seite eingezeichneten Landmarken L3 – L9 im Sensorsichtbereich ZSSB liegen. Der Sensorsichtbereich ZSSB hat eine gewisse Erstreckung in die jeweilige Richtung. In dem Fahrautomaten-Steuergerät 184 kann der Sensorsichtbereich ZSSB winkelabhängig quantitativ angegeben werden, indem für verschiedene Kreissegmente eine Entfernungsangabe abgespeichert wird, die angibt, bis zu welcher Entfernung zum Sensor die Sicht frei ist.

Nach oben und nach links ist der Sensorsichtbereich ZSSB nicht vollständig dargestellt. Nach rechts ist die Sicht durch den daneben befindlichen Lkw 12' weitgehend blockiert. Die

Bezugszahl 12' bezeichnet die vorausberechnete, zukünftige Position des Lkw 12. Nach unten ist die Erstreckung des Sensorsichtbereiches ZSSB nicht allzu weit. Handelt es sich bei dem Sensor um die Videokamera 150, die als Frontkamera installiert ist, so wird sie nach hinten üblicherweise gar keine Sicht haben. Wie oben bereits erwähnt, ist die Erfassung von Objekten typischerweise bis zu einer Entfernung von 100 m möglich.

Nachdem der Sensorsichtbereich ZSSB bestimmt wurde, erfolgt im Schritt U5 die Ermittlung der zukünftig beobachtbaren Landmarken. Wiederum in Fig. 5 ist dargestellt, dass in dem zukünftigen Sichtbereich ZSSB nur eine Landmarke L2 auf der linken Seite liegt.

Schließlich erfolgt im Schritt U6 noch die Abschätzung der Lokalisierungsgüte. Diese Abschätzung beruht in dem gezeigten Ausführungsbeispiel auf der Berechnung der Kovarianz der Positionen der noch zu beobachtenden Landmarken, wobei von der zukünftigen Position des Sensors 150 als Koordinatenursprung ausgegangen wird. Die Kovarianz gehört zu den statistischen Größen und ihre Berechnung wird als bekannt vorausgesetzt. Zwei Beispiele von möglichen Verteilungen der beobachtbaren Landmarken sind in der Fig. 6 dargestellt. Im linken Teil der Fig. 6 sind die zukünftig sichtbaren Landmarken mit Bezugszeichen L12 - L14 bezeichnet. Die nicht sichtbaren Landmarken sind mit Bezugszeichen L10, L11 bezeichnet. Zu sehen ist eine starke Konzentration der sichtbaren Landmarken in diesem Teil der Fig. 6. Die Berechnung der Kovarianz liefert einen großen Wert. Der Wert würde voraussichtlich größer als 1 sein und drückt damit aus, dass die Stichproben eng beieinander liegen. Damit lässt sich aber die Position des Fahrzeuges 10 nur relativ ungenau bestimmen. Im rechten Teil der Fig. 6 ist dargestellt, dass mehr räumlich getrennte Landmarken L15 - L19, L21 im Sichtbereich liegen. Wird hierzu die Kovarianz berechnet, so ergibt sich ein niedriger Wert, der voraussichtlich kleiner als 1 ist. Damit lässt sich die Position des Fahrzeuges 10 sehr genau bestimmen und die Lokalisierungsgüte ist hoch. Bei diesem Ausführungsbeispiel wird die Lokalisierungsgüte direkt durch den Kovarianzwert repräsentiert. In einem anderen Ausführungsbeispiel wird die Lokalisierungsgüte einer Tabelle entnommen, in der für verschiedene Bereiche von Kovarianzwerten die Lokalisierungsgüte verzeichnet ist.

In der Fig. 7 ist noch ein zweites Ausführungsbeispiel für den Ablauf des Verfahrens für die Abschätzung der Lokalisierungsgüte gezeigt. Die verschiedenen Schritte U1 bis U6 tauchen ebenfalls auf und brauchen deshalb nicht nochmal erläutert zu werden.

Bei diesem Ausführungsbeispiel werden allerdings auch andere Umgebungsmerkmale für die Lokalisierung verwendet. Zu solchen Umgebungsmerkmalen gehören beispielsweise

auch Straßenmarkierungen. Deren Verdeckung durch Objekte ist im oben beschriebenen Verfahren berücksichtigt. Hier tritt noch das zusätzliche Problem der Verdeckung durch Verschmutzung, Schnee, Laub etc. auf. Auch hierzu kann bei dieser Variante eine Prädiktion erfolgen. Diese basiert auf Kontextwissen und den Beobachtungen der jüngsten Vergangenheit. Ausgangspunkt ist eine Umgebungskarte UK mit eingetragenen Straßenmarkierungen.

Das Kontextwissen ermöglicht:

- Eine Beurteilung, ob mit einer globalen Erkennungsbeeinträchtigung zu rechnen ist, z. B. aufgrund von Schnee.
- Eine Beurteilung, ob mit einer lokalen Erkennungsbeeinträchtigung zu rechnen ist, z. B. aufgrund von Verunreinigungen auf der Straße aufgrund von Baustellenverkehr.

Das Einbeziehen des Kontextwissen ist in Fig. 7 mit der Bezugszahl KW bezeichnet. Abhängig von diesen Informationen werden sowohl die zu erwartenden Sichtbereiche ZSSB, die zukünftig beobachtbaren Umgebungsmerkmale und somit die Lokalisierungsgüte beeinflusst. Das entspricht in Fig. 7 den Schritten U4', U5' und U6'.

Die beiden Varianten für den Ablauf des Verfahrens unterscheiden sich durch den Typ der verwendeten Umgebungsmerkmale. Abhängig vom Typ kann zusätzliches Vorwissen berücksichtigt werden. Das Prinzip der zu erwartenden Sichtbereiche und die daraus folgende Schätzung der Lokalisierungsgüte bleibt jedoch gleich. Welche Alternative bevorzugt wird, hängt von der zur Verfügung stehenden Sensorik des Fahrzeugs 10 ab.

Alle hierin erwähnten Beispiele wie auch bedingte Formulierungen sind ohne Einschränkung auf solche speziell angeführten Beispiele zu verstehen. So wird es zum Beispiel von Fachleuten anerkannt, dass das hier dargestellte Blockdiagramm eine konzeptionelle Ansicht einer beispielhaften Schaltungsanordnung darstellt. In ähnlicher Weise ist zu erkennen, dass ein dargestelltes Flussdiagramm, Zustandsübergangsdigramm, Pseudocode und dergleichen verschiedene Varianten zur Darstellung von Prozessen darstellen, die im Wesentlichen in computerlesbaren Medien gespeichert und somit von einem Computer oder Prozessor ausgeführt werden können.

Es sollte verstanden werden, dass das vorgeschlagene Verfahren und die zugehörigen Vorrichtungen in verschiedenen Formen von Hardware, Software, Firmware, Spezialprozessoren oder einer Kombination davon implementiert werden können. Spezialprozessoren können anwendungsspezifische integrierte Schaltungen (ASICs),

Reduced Instruction Set Computer (RISC) und / oder Field Programmable Gate Arrays (FPGAs) umfassen. Vorzugsweise wird das vorgeschlagene Verfahren und die Vorrichtung als eine Kombination von Hardware und Software implementiert. Die Software wird vorzugsweise als ein Anwendungsprogramm auf einer Programmspeichervorrichtung installiert. Typischerweise handelt es sich um eine Maschine auf Basis einer Computerplattform, die Hardware aufweist, wie beispielsweise eine oder mehrere Zentraleinheiten (CPU), einen Direktzugriffsspeicher (RAM) und eine oder mehrere Eingabe/Ausgabe (I/O) Schnittstelle(n). Auf der Computerplattform wird typischerweise außerdem ein Betriebssystem installiert. Die verschiedenen Prozesse und Funktionen, die hier beschrieben wurden, können Teil des Anwendungsprogramms sein oder ein Teil, der über das Betriebssystem ausgeführt wird.

Die Offenbarung ist nicht auf die hier beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt. Es gibt Raum für verschiedene Anpassungen und Modifikationen, die der Fachmann aufgrund seines Fachwissens als auch zu der Offenbarung zugehörend in Betracht ziehen würde.

Bezugszeichenliste

10	Fahrzeug
12	Lkw (bewegliches Hindernis)
20	berührungsempfindliche Anzeigeeinheit
30	Gateway
40	Recheneinheit
50	Eingabeeinheit
60	Speichereinheit
70	Datenleitung zur Anzeigeeinheit
80	Datenleitung zur Speichereinheit
90	Datenleitung zur Eingabeeinheit
100	1. Datenbus
102	2. Datenbus
104	3. Datenbus
106	4. Datenbus
110	Kombiinstrument
120	Telefon
130	Navigationsgerät
140	Radio
150	Kamera
160	Kommunikationsmodul
172	Motorsteuergerät
174	ESP-Steuergerät
176	Getriebe-Steuergerät
182	Abstandsregelungs-Steuergerät
184	Fahrautomaten-Steuergerät
186	Lidar-Sensor
190	On-Board Diagnosestecker
200	Evolved Packet Core
210	Mobilfunk-Basisstation
300	Internet
310	Funkbake
320	Backend-Zentralrechner
U1 – U6	verschiedene Schritte die im Fahrzeug abgearbeitet werden
L1 – L21	Landmarken
ZSSB	zukünftiger Sichtbereich

Patentansprüche

1. Verfahren zur Schätzung der Lokalisierungsgüte bei der Eigenlokalisierung eines Fahrzeuges (10), bei dem zur Eigenlokalisierung eine Umgebungskarte (UK) eingesetzt wird, die bei der Steuerung eines Fahrzeuges (10) zum Einsatz kommt, wobei ein Fahrzeug (10) bei Befahren einer Fahrbahn versucht, eine Anzahl von in der Umgebungskarte (UK) verzeichneten Landmarken (L1 – L21) sensorisch zu erfassen, und aus der Lage der Anzahl von Landmarken (L1 – L21) die Eigenposition des Fahrzeuges (10) bestimmt, dadurch gekennzeichnet, dass im Fahrzeug (10) die zukünftige Sichtbarkeit von Landmarken (L1 – L21) bestimmt wird und in Abhängigkeit von der Sichtbarkeit der Landmarken (L1 – L21) die Lokalisierungsgüte bei der Eigenlokalisierung des Fahrzeuges (10) geschätzt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei zur Bestimmung der zukünftigen Sichtbarkeit von Landmarken (L1 – L21) ein Schritt des Detektierens von Hindernissen erfolgt, die die Sichtbarkeit von Landmarken (L3 - L7) einschränken.
3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei der Schritt des Detektierens von Hindernissen die sensorische Erfassung von beweglichen Hindernissen (12) auf der Fahrbahn und optional in der Umgebung der Fahrbahn umfasst.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, wobei der Schritt zur Bestimmung der zukünftigen Sichtbarkeit von Landmarken (L1 – L21) weiterhin einen Schritt der Schätzung von Bewegungstrajektorien der beweglichen Hindernisse (12) umfasst.
5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei der Schritt zur Bestimmung der zukünftigen Sichtbarkeit von Landmarken (L1 – L21) weiterhin einen Schritt des Eintragens der vorausberechneten Positionen der beweglichen Hindernisse (12) in die Umgebungskarte (UK) umfasst.
6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei der Schritt des Eintragens der vorausberechneten Positionen der beweglichen Hindernisse (12) in die Umgebungskarte (UK) einen Schritt des Eintragens der räumlichen Ausdehnung des beweglichen Hindernisses (12) umfasst.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Schritt zur Bestimmung der zukünftigen Sichtbarkeit von Landmarken (L1 – L21) weiterhin einen Schritt der Schätzung des zukünftigen Sichtbereiches (ZSSB) eines Sensors (150, 186) des Fahrzeuges (10) umfasst.
8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei das Verfahren weiterhin einen Schritt der Ermittlung der aufgrund des ermittelten zukünftigen Sichtbereiches (ZSSB) zukünftig zu beobachtenden Landmarken (L1 – L21) umfasst.
9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei die Lokalisierungsgüte bei der Eigenlokalisierung des Fahrzeuges (10) in Abhängigkeit von der Anzahl der zukünftig zu beobachtenden Landmarken (L1 – L21) bestimmt wird.
10. Verfahren nach Anspruch 8, wobei die Lokalisierungsgüte durch statistische Auswertung der zukünftig zu beobachtenden Landmarken (L1 – L21) unter Berücksichtigung der relativen Lage der Landmarken (L1 – L21) zueinander bestimmt wird.
11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei zur statistischen Auswertung der zukünftig zu beobachtenden Landmarken (L1 – L21) eine Berechnung der Kovarianz der relativen Lagen der zu beobachtenden Landmarken (L1 – L21) zueinander erfolgt.
12. Vorrichtung zur Durchführung von Verfahrensschritten des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Vorrichtung mit wenigstens einer Prozessoreinrichtung (184, 40) ausgestattet ist, die dafür eingerichtet ist, die Verfahrensschritte bei dem Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche durchzuführen.
13. Fahrzeug, dadurch gekennzeichnet, dass das Fahrzeug (10) eine Vorrichtung nach Anspruch 12 aufweist.
14. Computerprogramm aufweisend einen Programmcode, der bei Abarbeitung in einer Prozessoreinrichtung die Verfahrensschritte nach einem der Ansprüche 1 bis 11 durchführt.

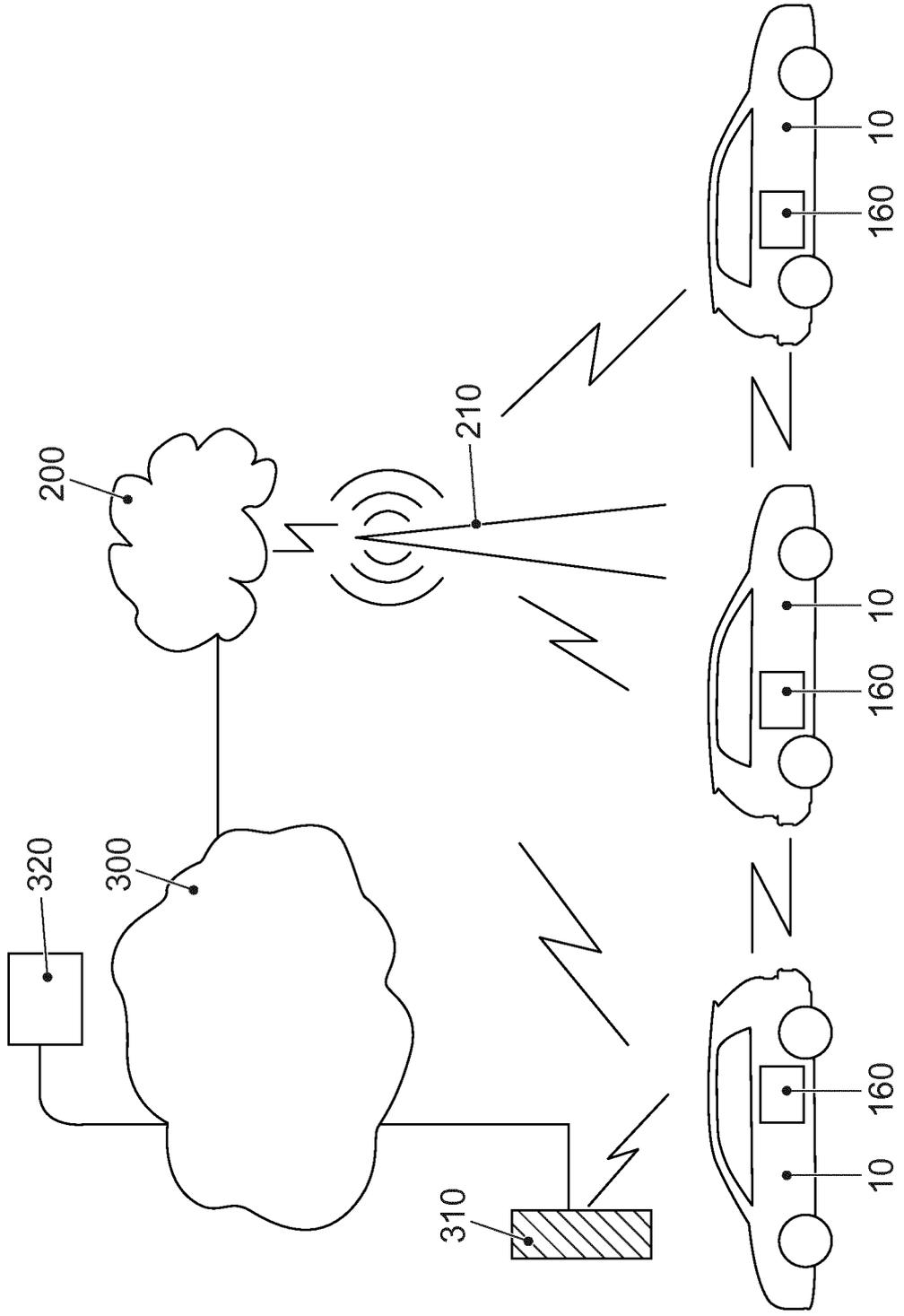


FIG. 1

2/6

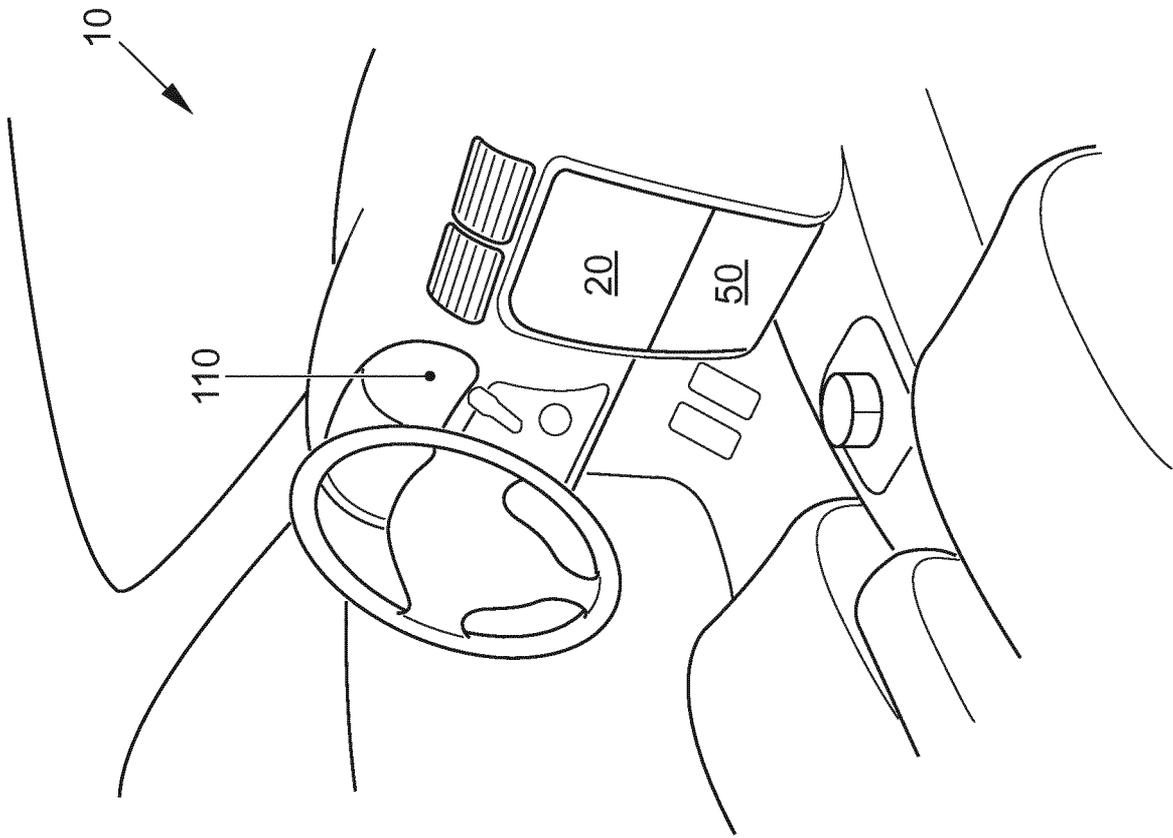


FIG. 2

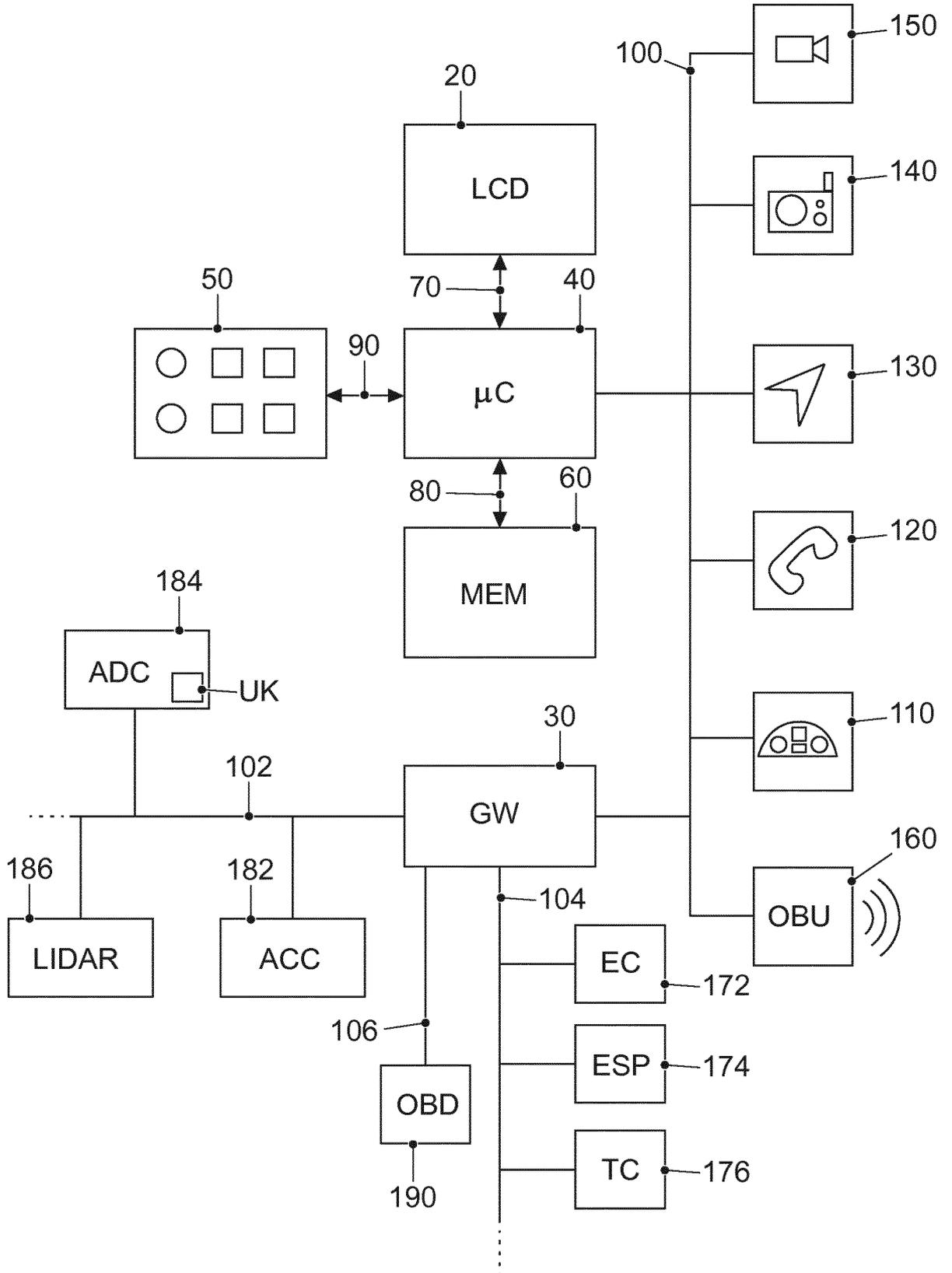


FIG. 3

4/6

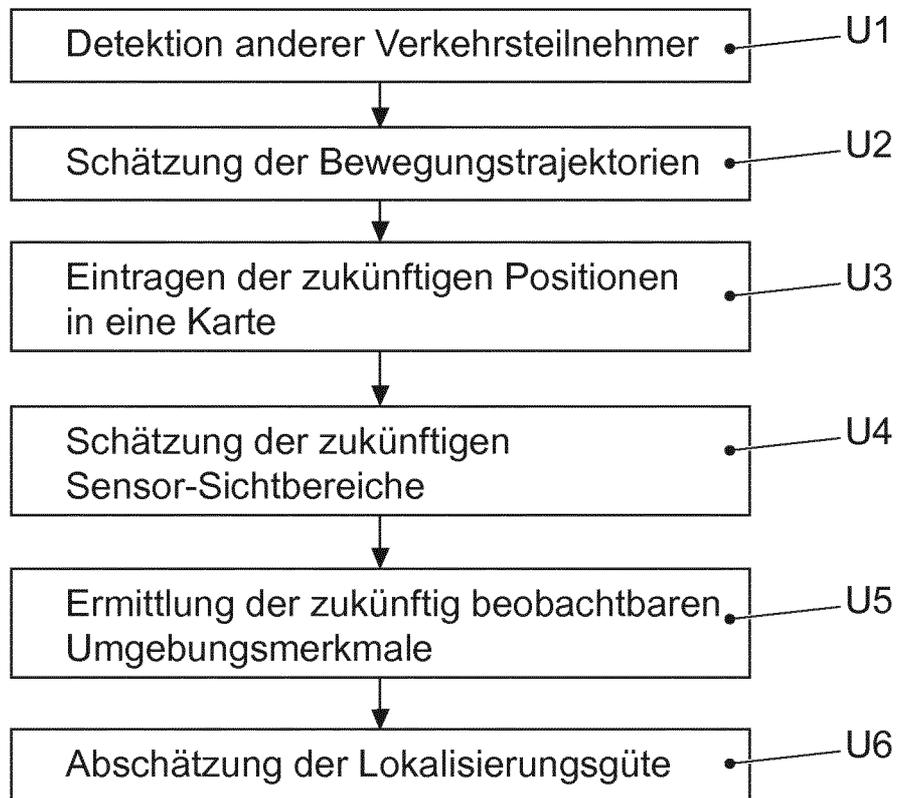


FIG. 4

5/6

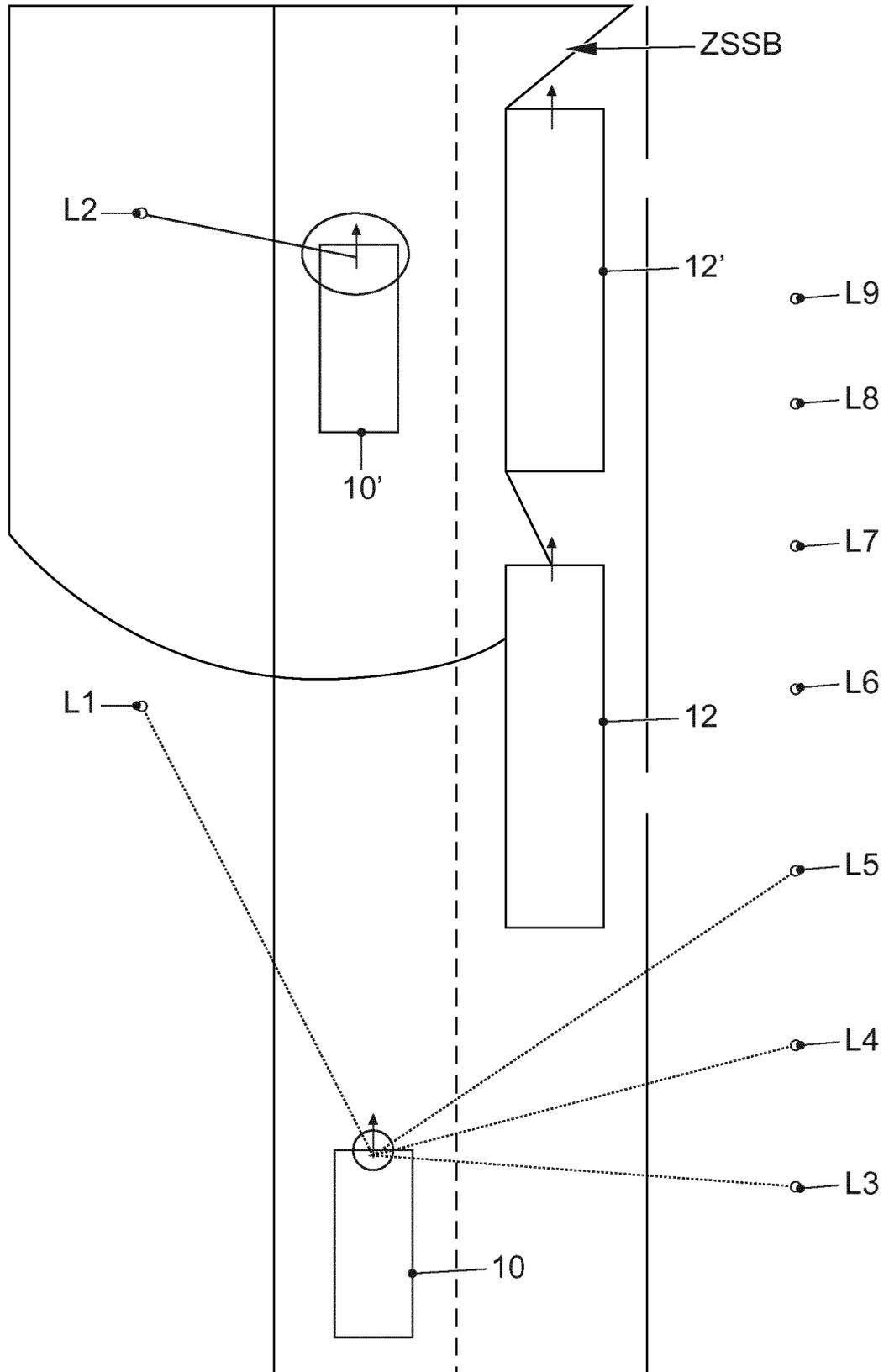


FIG. 5

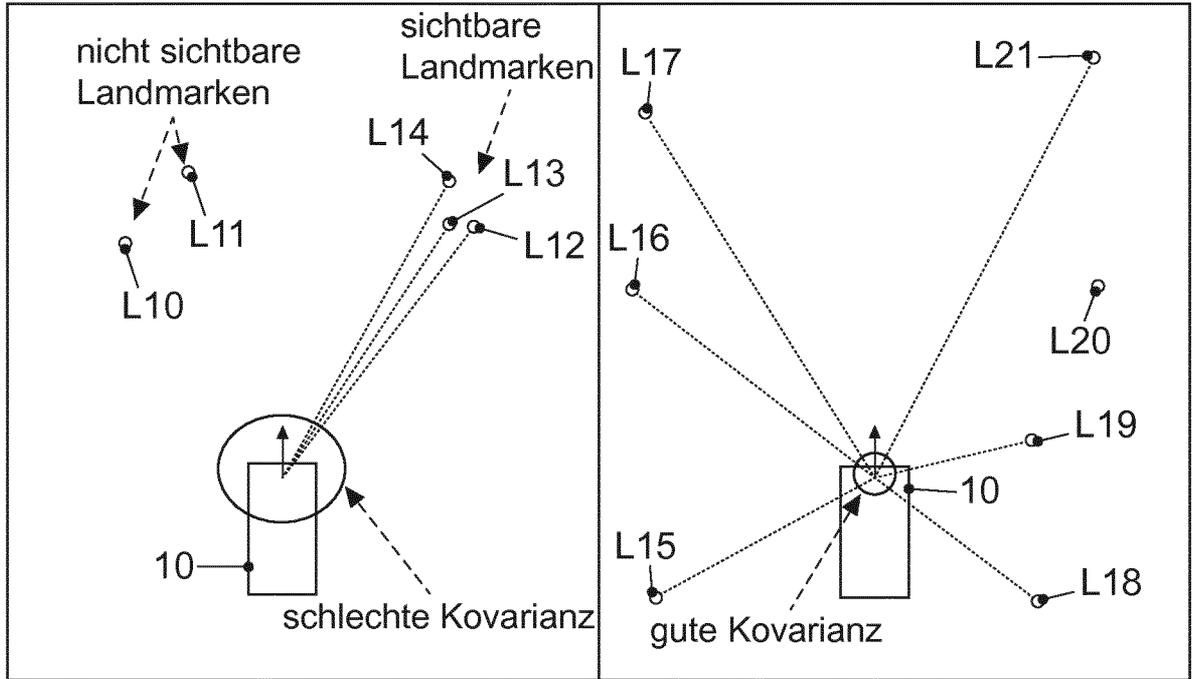


FIG. 6

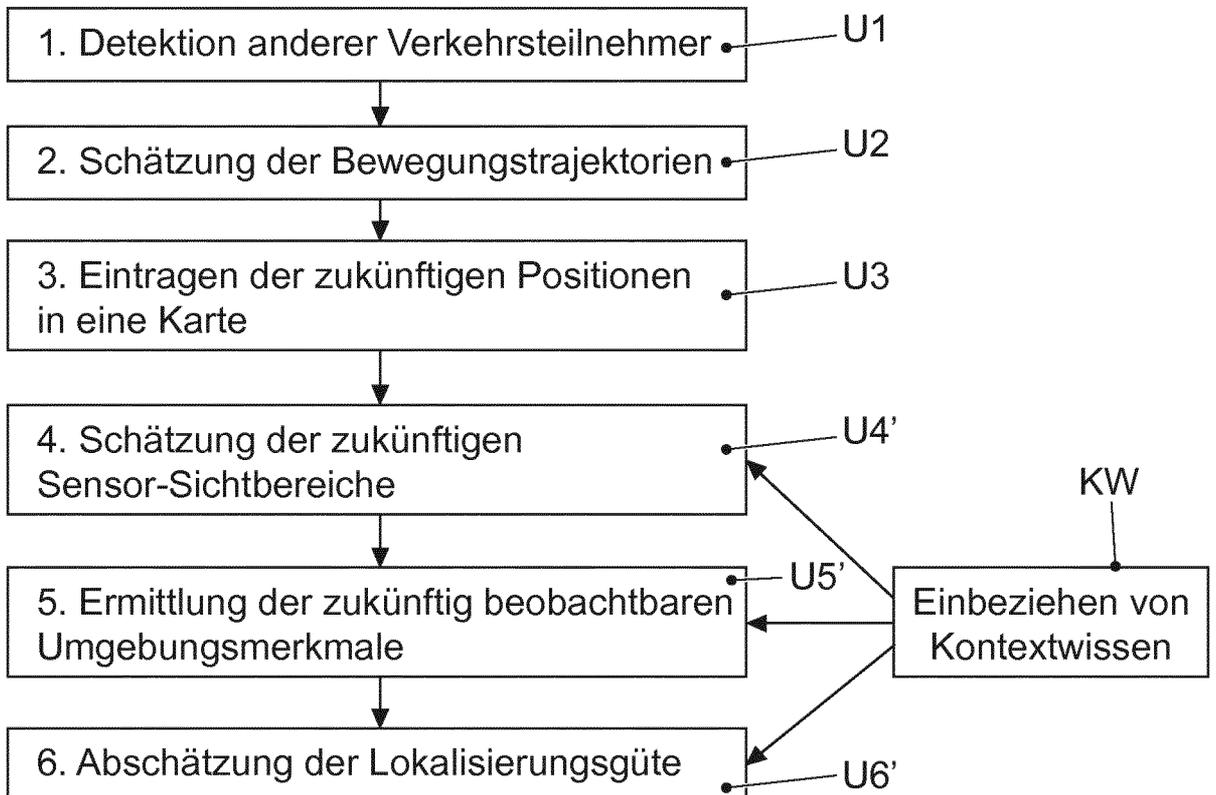


FIG. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/070063

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>G01C 21/26</i> (2006.01)i; <i>G01C 21/30</i> (2006.01)i; <i>G05D 1/02</i> (2020.01)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) G01C; G05D 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 A	DE 102015220360 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 20 April 2017 (2017-04-20) paragraphs [0013] - [0019], [0047] - [0049]	1-4,7-9,12-14 5,6
A	DE 102017101466 A1 (FORD GLOBAL TECH LLC [US]) 03 August 2017 (2017-08-03) paragraphs [0022], [0042] - [0053]	5,6
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 11 November 2019		Date of mailing of the international search report 10 January 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 Pascheka, Patrick Telephone No.

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. claims: 1-9 (in full); 12-14 (in part)

Estimating the quality of localization on the basis of the visibility of landmarks and taking into consideration estimated movement trajectories of moving obstacles.

2. claims: 10, 11 (in full); 12-14 (in part)

Estimating the quality of localization by statistical evaluation while taking into consideration the relative position of the landmarks relative to each other.

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.: **1-9(in full); 12-14(in part)**

Remark on Protest

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No. PCT/EP2019/070063

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
DE 102015220360 A1	20 April 2017	CN 107010053 A	04 August 2017
		DE 102015220360 A1	20 April 2017
		GB 2545056 A	07 June 2017
		JP 2017102907 A	08 June 2017
		US 2017108865 A1	20 April 2017
<hr/>			
DE 102017101466 A1	03 August 2017	CN 107024215 A	08 August 2017
		DE 102017101466 A1	03 August 2017
		GB 2547999 A	06 September 2017
		US 9707961 B1	18 July 2017
		US 2017217434 A1	03 August 2017
<hr/>			

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/070063

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. G01C21/26 G01C21/30 G05D1/02
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 G01C G05D

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2015 220360 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 20. April 2017 (2017-04-20)	1-4, 7-9, 12-14
A	Absätze [0013] - [0019], [0047] - [0049] -----	5, 6
A	DE 10 2017 101466 A1 (FORD GLOBAL TECH LLC [US]) 3. August 2017 (2017-08-03)	5, 6
	Absätze [0022], [0042] - [0053] -----	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

<p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"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)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p>	<p>"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</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"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</p> <p>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>
--	---

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
11. November 2019	10/01/2020

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 Pascheka, Patrick
--	--

Feld Nr. II Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein internationaler Recherchenbericht erstellt:

1. Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche diese Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich

2. Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, dass eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich

3. Ansprüche Nr.
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefasst sind.

Feld Nr. III Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Diese Internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

siehe Zusatzblatt

1. Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.

2. Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung solcher Gebühren aufgefordert.

3. Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.

4. Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Dieser internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfasst:
1-9(vollständig); 12-14(teilweise)

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

- Der Anmelder hat die zusätzlichen Recherchegebühren unter Widerspruch entrichtet und die gegebenenfalls erforderliche Widerspruchsgebühr gezahlt.
- Die zusätzlichen Recherchegebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt, jedoch wurde die entsprechende Widerspruchsgebühr nicht innerhalb der in der Aufforderung angegebenen Frist entrichtet.
- Die Zahlung der zusätzlichen Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.

WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

1. Ansprüche: 1-9(vollständig); 12-14(teilweise)

Schätzung der Lokalisierungsgüte aufgrund der Sichtbarkeit von Landmarken und Berücksichtigung geschätzter Bewegungstrajektorien beweglicher Hindernisse

2. Ansprüche: 10, 11(vollständig); 12-14(teilweise)

Schätzung der Lokalisierungsgüte durch statistische Auswertung unter Berücksichtigung der relativen Lage der Landmarken zueinander

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/070063

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102015220360 A1	20-04-2017	CN 107010053 A	04-08-2017
		DE 102015220360 A1	20-04-2017
		GB 2545056 A	07-06-2017
		JP 2017102907 A	08-06-2017
		US 2017108865 A1	20-04-2017

DE 102017101466 A1	03-08-2017	CN 107024215 A	08-08-2017
		DE 102017101466 A1	03-08-2017
		GB 2547999 A	06-09-2017
		US 9707961 B1	18-07-2017
		US 2017217434 A1	03-08-2017
