

(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
23. Juni 2022 (23.06.2022)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2022/128591 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01C 21/00 (2006.01) G06F 16/29 (2019.01)
G06V 10/40 (2022.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2021/084467

(22) Internationales Anmeldedatum:
07. Dezember 2021 (07.12.2021)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2020 133 634.9
16. Dezember 2020 (16.12.2020) DE

(71) Anmelder: VALEO SCHALTER UND SENSOREN
GMBH [DE/DE]; Laiernstr. 12, 74321 Bietigheim-Bissingen (DE).

(72) Erfinder: PETZOLD, Johannes; c/o Valeo Schalter und Sensoren GmbH, Hummendorfer Str. 76, 96317 Kronach Neuses (DE). WITT, Christian Tobias; Hummendorfer Str. 76, 96317 Kronach Neuses (DE).

(74) Anwalt: CLAASSEN, Maarten; Valeo Schalter und Sensoren GmbH, Laiernstr. 12, 74321 Bietigheim-Bissingen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH,

(54) Title: GENERATING A DEPTH MAP

(54) Bezeichnung: ERSTELLEN EINER TIEFENKARTE

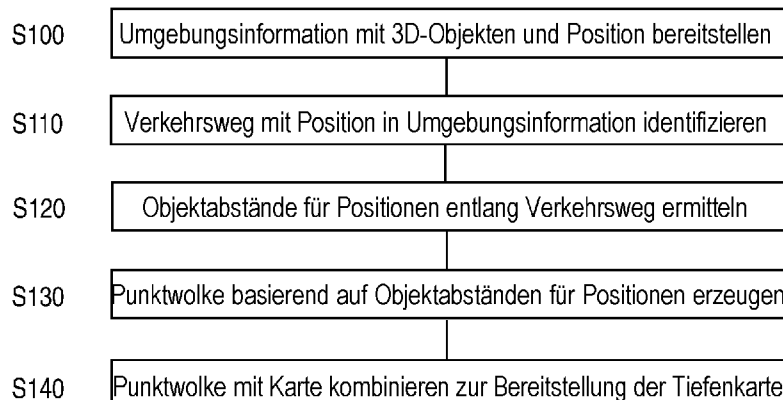


Fig. 3

S100 Provide surroundings information with 3D objects and location
S110 Identify traffic route with location in surroundings information
S120 Ascertain object distances for locations along traffic route
S130 Generate point cloud based on object distances for locations
S140 Combine point cloud with map to provide the depth map

(57) Abstract: The invention relates to a method for generating a depth map (10) with a point cloud (12) which defines 3D objects (14) in a map, in particular for locating a means of transportation (22) in the surroundings (16) of the means of transportation (22) on the basis of sensor data from at least one surroundings sensor of the means of transportation (22) with respect to the 3D objects (14), having the steps of providing surroundings information comprising the 3D objects (14) and their locations, identifying a traffic route (18, 24) and its location within a region covered by the surroundings information, ascertaining object distances (30) for a plurality of locations along the traffic route (18, 24) on the basis of the identified traffic route (18, 24) and the surroundings information in the region of the traffic route (18, 24), generating the point cloud (12) on the basis of the object distances (30) for the plurality of locations along the



KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

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

traffic route (18, 24) and combining the point cloud (12) with the map in order to provide the depth map (10).

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erzeugen einer Tiefenkarte (10) mit einer Punktwolke (12), die 3D-Objekte (14) in einer Karte definiert, insbesondere zur Verortung eines Verkehrsmittels (22) in einer Umgebung (16) des Verkehrsmittels (22) basierend auf Sensordaten von wenigstens einem Umgebungssensor des Verkehrsmittels (22) in Bezug auf die 3D-Objekte (14), umfassend die Schritte Bereitstellen einer Umgebungsinformation mit den 3D-Objekten (14) und deren Position, Identifizieren eines Verkehrswegs (18, 24) mit dessen Position innerhalb eines von der Umgebungsinformation erfassten Bereichs, Ermitteln von Objektabständen (30) für eine Mehrzahl Positionen entlang des Verkehrswegs (18, 24) basierend auf dem identifizierten Verkehrsweg (18, 24) und der Umgebungsinformation im Bereich des Verkehrswegs (18, 24), Erzeugen der Punktwolke (12) basierend auf den Objektabständen (30) für die Mehrzahl Positionen entlang des Verkehrswegs (18, 24), und Kombinieren der Punktwolke (12) mit der Karte zur Bereitstellung der Tiefenkarte (10).

Erstellen einer Tiefenkarte

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erzeugen einer Tiefenkarte mit einer Punktwolke, die 3D-Objekte in einer Karte definiert, insbesondere zur Verortung eines Verkehrsmittels in einer Umgebung des Verkehrsmittels basierend auf Sensordaten von wenigstens einem Umgebungssensor des Verkehrsmittels in Bezug auf die 3D-Objekte. Allgemeiner formuliert betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Erzeugen von Tiefeninformationen als Tiefenkarte oder Punktwolke, die dreidimensionalen Objekte in einer Karte definieren. Die Tiefenkarte kann als äquivalent zu der Punktwolke verstanden werden, es sind zwei verschiedene Darstellung der gleichen Tiefeninformation.

Derartige Tiefeninformationen werden beispielsweise in Fahrerunterstützungssystemen aktueller Fahrzeuge oder allgemein Verkehrsmittel verwendet, um die Fahrzeuge in Ihrer Umgebung exakt zu verorten. Zwar ist prinzipiell eine Positionsbestimmung für Fahrzeuge basierend auf Satellitenpositionsdaten bekannt, beispielsweise basierend auf dem am weitesten verbreiteten GPS-System (Global Positioning System). Diese Art der Positionsbestimmung weist jedoch verschiedene Nachteile auf. So erfordert die Positionsbestimmung mit Satellitenpositionsdaten einen durchgehenden Empfang von Satellitenpositionssignalen, auf deren Basis die Position des Fahrzeugs bestimmt werden kann. Dies ist beispielsweise in Häuserschluchten, Tälern, Tunneln oder ähnlichem nicht durchgehend gewährleistet. Darüber hinaus ermöglichen die Satellitenpositionssignale oftmals nur eine vergleichsweise ungenaue Bestimmung der Position in einem Bereich von mehreren Metern, teilweise bis zu zehn Metern oder mehr. Dies ist für verschiedene Anwendungen nicht ausreichend. Ebenfalls ist die Positionsbestimmung mit Satellitenpositionssignalen relativ träge, so dass beispielsweise nur eine Position pro Sekunden ermittelt werden kann. Dies ist insbesondere für dynamische Anwendungen nicht ausreichen.

Eine Lösung dieser Probleme ergibt sich aus der Verwendung von zusätzlichen räumlichen Informationen. Diese Tiefenkarten können als hochauflösende Punktwolken von Verkehrswegen und/oder deren Umgebung dargestellt werden von Verkehrswegen und/oder deren Umgebung. Diese Tiefeninformation gibt Positionen von ortsfesten 3D-

Objekten entlang der Verkehrswege an. Die Verkehrsmittel, typischerweise Fahrzeuge, verwenden ihrerseits Umgebungssensoren, um ihre Umgebung zu erfassen. Solche Umgebungssensoren können LiDAR-basierte Umgebungssensoren, Radar-basierte Umgebungssensoren, Kameras und Ultraschallsensoren umfassen. Dadurch kann durch einen Abgleich der Punktwolke im Bereich des Fahrzeugs mit einer von den Sensoren des Fahrzeugs erfassten Punktwolke die Position des Fahrzeugs bestimmt werden. Dazu kann zunächst eine grobe Positionsangabe des Fahrzeugs, beispielsweise basierend auf Satellitenpositionsdaten und/oder eine Nachverfolgung einer zurückgelegten Wegstrecke, ermittelt werden. Im Anschluss erfolgt eine exakte Positionierung basierend auf der Tiefenkarte und der mit den Umgebungssensoren erfassten Umgebung des Fahrzeugs.

Die Umgebungssensoren ermöglichen dabei eine Positionsbestimmung mit einer höheren Frequenz als die Positionsbestimmung basierend auf den Satellitenpositionsdaten. Aktuelle Umgebungssensoren liefern Sensorinformation mit einer Frequenz im Bereich von wenigstens zehn Hertz, typischerweise 30 Hz oder sogar mehr. Die Positionsbestimmung kann autonom von dem Fahrzeug durchgeführt werden. Darüber hinaus weisen beispielsweise LiDAR-basierte Umgebungssensoren eine sehr gute Genauigkeit auf zur Bestimmung von Abständen von den 3D-Objekten, wodurch die obigen Probleme prinzipiell gelöst werden.

Problematisch ist allerdings die Erstellung der Karte zum Abgleich mit entsprechenden Tiefeninformationen, im Folgenden als Tiefenkarte bezeichnet. Üblicherweise werden die Verkehrswege dazu mit einem entsprechenden Verkehrsmittel nachverfolgt, wobei eine beispielhafte Punktwolke zur Erstellung der Tiefenkarte aufgenommen wird. Dies ist prinzipiell für alle Verkehrswege erforderlich. Damit ist die Erstellung der Tiefenkarten sehr zeitaufwändig und auch sehr kostenintensiv. Auch kann es zu Verdeckungen von 3D-Objekten kommen, wodurch die Qualität der so erstellten Tiefenkarte beeinträchtigt wird.

In diesem Zusammenhang ist aus dem Dokument DE 10 2018 118 215 A1 ein Verfahren zur Aktualisierung einer Umgebungskarte bekannt. Die Umgebungskarte kommt bei der Steuerung eines Fahrzeuges zum Einsatz. Nach dem Verfahren unternimmt das Fahrzeug bei Befahren einer Fahrbahn den Versuch, eine in der Umgebungskarte verzeichnete Landmarke sensorisch zu erfassen. Dabei wird von dem

Fahrzeug, wenn die Landmarke sensorisch nicht erfasst werden konnte, eine Löschhypothese erstellt, die an einen externen Zentralrechner gesendet wird. Die Löschhypothese wird in dem externen Zentralrechner überprüft und bei Verifikation der Löschhypothese wird die Landmarke entsprechend der Löschhypothese aus der Umgebungskarte gelöscht. Weiter wird in der Umgebungskarte eine Information über einen Sichtbereich für die Landmarke eingetragen, der angibt, in welchem Bereich die Landmarke von einer Straße aus sichtbar ist. Die Angabe des Sichtbereiches erlaubt eine effektive Erfassung von in der Umgebungskarte verzeichneten Landmarken.

Ausgehend von dem oben genannten Stand der Technik liegt der Erfindung somit die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Erzeugen einer Tiefenkarte mit einer Punktwolke anzugeben, das eine einfache und effiziente Erzeugung der Tiefenkarte ermöglicht.

Die Lösung der Aufgabe erfolgt erfindungsgemäß durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Erfindungsgemäß ist somit ein Verfahren zum Erzeugen einer Tiefenkarte mit einer Punktwolke, die 3D-Objekte in einer Karte definiert, insbesondere zur Verortung eines Verkehrsmittels in einer Umgebung des Verkehrsmittels basierend auf Sensordaten von wenigstens einem Umgebungssensor des Verkehrsmittels in Bezug auf die 3D-Objekte, angegeben, umfassend die Schritte Bereitstellen einer Umgebungsinformation mit den 3D-Objekten und deren Position, Identifizieren eines Verkehrswegs mit dessen Position innerhalb eines von der Umgebungsinformation erfassten Bereichs, Ermitteln von Objektabständen für eine Mehrzahl Positionen entlang des Verkehrswegs basierend auf dem identifizierten Verkehrsweg und der Umgebungsinformation im Bereich des Verkehrswegs, Erzeugen der Punktwolke basierend auf den Objektabständen für die Mehrzahl Positionen entlang des Verkehrswegs, und Kombinieren der Punktwolke mit der Karte zur Bereitstellung der Tiefenkarte.

Grundidee der vorliegenden Erfindung ist es also, die Tiefenkarte mit der Punktwolke basierend auf Umgebungsinformation, die beispielsweise von Satelliten, Flugzeugen und/oder Dronen bereitgestellt werden kann, zu erfassen. Dabei können auch an sich bekannte Karten verwendet werden, die nur Information in Bezug auf die Verkehrswege selber enthalten und gerade keine hinreichende Information in Bezug auf die 3D-

Objekte. So können beispielsweise die Verkehrswege basierend auf solchen Karten identifiziert werden als Basis für die Erzeugung der Tiefenkarte. Allgemeine Karten als Basis zur Erzeugung der Tiefenkarte sind als solche bekannt und weit verbreitet. Weitere Alternativen sind unten angegeben. Ein Nachverfolgen von Verkehrswegen zur Erzeugung der Tiefenkarte, wie es im Stand der Technik üblich ist, um eine Referenzpunktvolke für die Erstellung der Tiefenkarte zu erfassen, kann entfallen. Stattdessen kann die Tiefenkarte basierend auf Information erzeugt werden, die nicht von einem Verkehrsmittel als Referenz bereitgestellt wird. Dazu wird die Umgebungsinformation in der Tiefenkarte ausgehend von dem entsprechenden Verkehrsweg aufbereitet, so dass die Information in ähnlicher Weise zur Verfügung steht, wie sie beim Benutzen des Verkehrsweges mit dem entsprechenden Verkehrsmittel von dessen Umgebungssensoren wahrgenommen wird. Die 3D-Objekte, welche die Basis der Punktwolke bilden, können somit von Umgebungssensoren des Verkehrsmittels als Referenzen zur Orientierung erfasst werden. 3D-Objekte, die nicht von dem Verkehrsweg aus mit den Umgebungssensoren erfasst werden können, tragen durch die entsprechende Erzeugung der Punktwolke ausgehend von dem Verkehrsweg nicht zu der Tiefenkarte bei. Das Ermitteln der Objektabstände und damit auch das Erzeugen der Punktwolke wie auch das Erstellen der Tiefenkarte kann dabei für unterschiedliche Verkehrsmittel auf unterschiedliche Weise durchgeführt werden. Dadurch kann beispielsweise eine typische Anbringung der Umgebungssensoren an verschiedenartigen Verkehrsmitteln berücksichtigt werden. Auch kann erfindungsgemäß eine Verdeckung von den 3D-Objekten, wie sie beim Nachverfolgen von Verkehrswegen mit einem entsprechenden Verkehrsmittel zur Erzeugung einer Referenzpunktvolke auftreten kann, vermieden werden, indem erfindungsgemäß unmittelbar auf die Positionen der 3D-Objekte zugegriffen wird.

Die Tiefenkarte ermöglicht eine Reduktion einer Datenmenge zur Verortung aller verfügbaren 3D-Objekte auf solche Information, die von dem Verkehrsmittel zur Positionsbestimmung verwendet werden kann, da 3D-Objekte, die nicht von dem Verkehrsweg aus mit den Umgebungssensoren erfasst werden können, nicht zu der Tiefenkarte beitragen. Dies ist der Fall, wenn kein Objektabstand zu dem entsprechenden 3D-Objekt ermittelt wird. Die Tiefenkarte ist eine Kombination aus einer an sich üblichen 2D-Karte mit der Punktwolke, die in Bezug auf die Karte als 2D-Karte bestimmt ist. Dabei wird die Position der Punkte der Punktwolke insbesondere

ausgehend von den Positionen des identifizierten Verkehrswegs innerhalb des von der Umgebungsinformation erfassten Bereichs angegeben.

Die Umgebungsinformation mit den 3D-Objekten und deren Position umfasst vorzugsweise eine Umgebung des entsprechenden Verkehrswegs. Um die Tiefenkarte zuverlässig zu erstellen, wird dabei vorzugsweise ein Bereich des Verkehrswegs, der typischerweise Verkehrsmittel und damit dynamische 3D-Objekte enthält, ausgespart. Dadurch wird sichergestellt, dass nur statische 3D-Objekte zur Erstellung der Tiefenkarte beitragen, wodurch eine zuverlässige Positionsbestimmung durch Verkehrsmittel bei der Nutzung des Verkehrsweges ermöglicht wird.

Die 3D-Objekte sind vorzugsweise ortsfeste 3D-Objekte, insbesondere Gebäude, aber auch andere 3D-Objekte wie Bäume, Laternen, Ampelanlagen, Absperrungen, Leitplanken, Schutzwände, Zäune, Litfaßsäulen, Skulpturen, Installationen oder ähnliches können beispielsweise als 3D-Objekte der Tiefenkarte zu Grunde gelegt werden. Allgemeiner können auch alle anderen abstrakte geometrischen Objekte beziehungsweise Flächen, die eine eindeutige Tiefeninformation erlauben, für das Verfahren genutzt werden.

Um die Verwendung von ortsfesten 3D-Objekten zu verbessern, wird vorzugsweise eine Objekterkennung der 3D-Objekte durchgeführt, und 3D-Objekte, die als prinzipiell dynamische Objekte wie Verkehrsmittel oder ähnliches erkannt werden, werden nicht berücksichtigt für das Ermitteln der Objektabstände und das Erstellen der Tiefenkarte. Andere dynamische 3D-Objekte können Personen, Mülltonnen, Baustellen oder andere nicht permanente Installationen sein. Durch ein Ausschließen dynamischer 3D-Objekte kann die Tiefenkarte besonders zuverlässig erstellt werden. Im Gegensatz zu der Erzeugung von Tiefenkarten durch ein Nachverfolgen von Verkehrswegen mit einem entsprechenden Verkehrsmittel, kann die Tiefenkarte erfindungsgemäß auch erstellt werden, wenn solche dynamischen 3D-Objekte eine Ermittlung von Objektabständen zu ortsfesten 3D-Objekten nicht zulassen, d.h. wenn die ortsfesten 3D-Objekte für das Verkehrsmittel zur Erzeugung der Referenzpunktvolke durch dynamische 3D-Objekte verdeckt sind. Das erfindungsgemäße Verfahren ist von dem Verkehrsmittel als Beobachtungspunkt losgelöst.

Das Ermitteln von Objektabständen für eine Mehrzahl Positionen entlang des Verkehrswegs basierend auf dem identifizierten Verkehrsweg und der Umgebungsinformation im Bereich des Verkehrswegs betrifft eine Erzeugung von wenigstens einem Abstandswert für jede der Positionen. Der Abstandswert gibt einen Abstand zu einem nächsten 3D-Objekt von der entsprechenden Position an. Dabei wird der Abstand jeweils gleichartig in Bezug auf den identifizierten Verkehrsweg bestimmt, beispielsweise in einer gleichen Richtung bezogen auf den Verkehrsweg. Insbesondere kann der Objektabstand in einer Richtung quer zu einer Richtung des Verkehrswegs an jeder Position bestimmt werden. Jeder Objektabstand erzeugt einen Punkt der Punktwolke. Die Punktwolke umfasst somit für jeden ermittelten Objektabstand einen Punkt. Prinzipiell können auch zusätzlich Zwischenpunkte beispielsweise durch Interpolation bereitgestellt werden.

Bei der Positionsbestimmung durch das Verkehrsmittel wird die Tiefenkarte verwendet, um die Position des Verkehrsmittels in Bezug auf die Punktwolke zu bestimmen. Zur Verortung kann das Verkehrsmittel einen Umgebungssensor oder mehrere Umgebungssensoren aufweisen. Solche Umgebungssensoren können LiDAR-basierte Umgebungssensoren, Radar-basierte Umgebungssensoren, Kameras und Ultraschallsensoren umfassen. Auch kann das Verkehrsmittel eine Kombination von mehreren der genannten Umgebungssensoren aufweisen. Dadurch kann durch einen Abgleich der Punktwolke im Bereich des Verkehrsmittels mit einer von den Sensoren des Verkehrsmittels erfassten Punktwolke die Position des Verkehrsmittels bestimmt werden. Dazu kann zunächst eine grobe Positionsangabe des Verkehrsmittels, beispielsweise basierend auf Satellitenpositionsdaten und/oder eine Nachverfolgung einer zurückgelegten Wegstrecke, ermittelt werden. Im Anschluss erfolgt eine exakte Positionierung basierend auf der Tiefenkarte und der mit den Umgebungssensoren erfassten Umgebung des Verkehrsmittels.

Eine Positionierung und Ausrichtung des Umgebungssensors oder der Umgebungssensoren an dem Verkehrsmittel ist dabei prinzipiell unerheblich, da die 3D-Objekte als Basis zu der Erzeugung der Punktwolke in der gesamten Umgebung um das Verkehrsmittel positioniert sein können. Üblicherweise sind in jeder Richtung um das Verkehrsmittel Punkte der Punktwolke aufzufinden, um das Verkehrsmittel zu verorten.

In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung umfasst das Bereitstellen einer Umgebungsinformation mit 3D-Objekten und deren Position ein Identifizieren der 3D-Objekte und deren Position basierend auf einer Luftbilddarstellung, und/oder das Identifizieren eines Verkehrswegs mit dessen Position innerhalb eines von der Umgebungsinformation erfassten Bereichs umfasst ein Identifizieren des Verkehrswegs mit dessen Position innerhalb des von der Umgebungsinformation erfassten Bereichs basierend auf einer Luftbilddarstellung. Die Luftbilddarstellung umfasst üblicherweise eine Mehrzahl Luftbilder, die gemeinsam zur Erstellung der Umgebungsinformation mit den 3D-Objekten verwendet werden. Die Luftbilddarstellung kann beispielsweise mit einem Flugzeug oder einer Drohne wie auch basierend auf einem Satelliten erzeugt werden. Die Luftbilddarstellung kann als Draufsicht, d.h. mit einem Winkel von etwa 90° auf eine Erdoberfläche, bereitgestellt werden. Die Draufsicht ermöglicht eine einfache Bestimmung der Position der 3D-Objekte. Die Luftbilddarstellung kann auch mit einem prinzipiell anderen Blickwinkel bereitgestellt werden, oder basierend auf einer Kombination von Luftbilddarstellungen mit verschiedenen Blickwinkeln.

In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung umfasst das Bereitstellen einer Umgebungsinformation mit 3D-Objekten und deren Position ein Identifizieren der 3D-Objekte und deren Position basierend auf einer Mehrzahl Luftbilddarstellungen mit unterschiedlichen Blickwinkeln, und/oder das Identifizieren eines Verkehrswegs mit dessen Position innerhalb eines von der Umgebungsinformation erfassten Bereichs umfasst ein Identifizieren des Verkehrswegs mit dessen Position innerhalb des von der Umgebungsinformation erfassten Bereichs basierend auf einer Mehrzahl Luftbilddarstellungen mit unterschiedlichen Blickwinkeln. Es werden also einer Mehrzahl Luftbilddarstellungen desselben Bereichs mit den unterschiedlichen Blickwinkeln bereitgestellt. Vorzugsweise wird der Bereich mit unterschiedlichen Blickwinkeln jeweils vollständig erfasst. Durch die unterschiedlichen Blickwinkel können insbesondere verschiedene Begrenzungsflächen der 3D-Objekte erfasst werden, wodurch ein detailliertes Ermitteln der Objektabstände möglich ist. Auch kann durch eine Kombination der Luftbilddarstellungen mit unterschiedlichen Blickwinkeln die Umgebungsinformation mit den 3D-Objekten und deren Position sehr zuverlässig bereitgestellt werden. Entsprechendes gilt für das Identifizieren des Verkehrswegs. Die Luftbilddarstellungen mit unterschiedlichen Blickwinkeln ermöglichen, dass von den 3D-Objekten die jeweils dem Verkehrsweg zugewandten Seiten erfasst werden können, so dass eine 3D-Form für jede der Seiten des 3D-Objekts bereitgestellt werden kann.

Dadurch kann insbesondere ein Ermitteln von Objektabständen für die 3D-Objekte für eine Mehrzahl 3D-Positionen für jede der Mehrzahl Positionen entlang des Verkehrswegs basierend auf der 3D-Form der 3D-Objekte an zumindest der dem Verkehrsweg zugewandten Seite durchgeführt werden.

In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung umfasst das Bereitstellen einer Umgebungsinformation mit 3D-Objekten und deren Position ein Identifizieren der 3D-Objekte und deren Position basierend auf Information einer Vermessungsdatenbank, und/oder das Identifizieren eines Verkehrswegs mit dessen Position innerhalb eines von der Umgebungsinformation erfassten Bereichs umfasst ein Identifizieren des Verkehrswegs mit dessen Position innerhalb des von der Umgebungsinformation erfassten Bereichs basierend auf Information einer Vermessungsdatenbank. Die Vermessungsdatenbank stellt Vermessungsinformation für die 3D-Objekte und/oder den Verkehrsweg bereit, die in der Vermessungsdatenbank gesammelt ist. Die Information der Vermessungsdatenbank ist typischerweise sehr präzise, so dass die Position der 3D-Objekte sehr genau ist, was eine Erstellung einer sehr präzisen Tiefenkarte ermöglicht.

In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung umfasst das Bereitstellen einer Umgebungsinformation mit 3D-Objekten und deren Position ein Bereitstellen der Umgebungsinformation mit den 3D-Objekten mit deren Position, das Ermitteln von Objektabständen für eine Mehrzahl Positionen entlang des Verkehrswegs basierend auf dem identifizierten Verkehrsweg und der Umgebungsinformation im Bereich des Verkehrswegs umfasst ein Ermitteln von Objektabständen für die 3D-Objekte für eine Höhenposition für jede der Mehrzahl Positionen entlang des Verkehrswegs, und das Erzeugen der Punktwolke basierend auf den Objektabständen für die Mehrzahl Positionen entlang des Verkehrswegs umfasst ein Erzeugen der Punktwolke basierend auf den Objektabständen für die 3D-Objekte für eine Höhenposition für jede der Mehrzahl Positionen entlang des Verkehrswegs. Die Höhenposition ist eine Position bezogen auf beispielsweise eine Bodenebene, typischerweise in einer Richtung senkrecht zu der Bodenebene im Bereich des 3D-Objekts. Die Position des 3D-Objekts stellt eine einfache Forminformation des 3D-Objekts bereit, die eine Näherung einer 3D-Form des 3D-Objekts darstellt. So kann beispielsweise eine Position eines Gebäudes als 3D-Objekt über seinen Grundriss definiert werden, und das Gebäude wird mit dem Grundriss über seine gesamte Höhe angenähert und kann so auch mit mehreren

Sensorpunkten in verschiedenen Höhenpositionen erfasst werden. Die Position des 3D-Objekts kann somit beispielsweise mit einer Position einer Fläche parallel zu einer Bodenfläche oder in der Bodenebene definiert sein. Unbenommen davon kann für jede Position entlang des Verkehrswegs zumindest ein Objektabstand für jede Seite des Verkehrswegs ermittelt werden. Im Ergebnis wird beispielsweise eine 2D-Punktwolke erzeugt, d.h. eine Punktwolke in einer Ebene.

In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung umfasst das Bereitstellen einer Umgebungsinformation mit 3D-Objekten und deren Position ein Bereitstellen der Umgebungsinformation mit den 3D-Objekten mit deren Position und einer 3D-Form der 3D-Objekte an zumindest einer dem Verkehrsweg zugewandten Seite, das Ermitteln von Objektabständen für eine Mehrzahl Positionen entlang des Verkehrswegs basierend auf dem identifizierten Verkehrsweg und der Umgebungsinformation im Bereich des Verkehrswegs umfasst ein Ermitteln von Objektabständen für die 3D-Objekte für eine Mehrzahl 3D-Positionen für jede der Mehrzahl Positionen entlang des Verkehrswegs basierend auf der 3D-Form der 3D-Objekte an zumindest der dem Verkehrsweg zugewandten Seite, und das Erzeugen der Punktwolke basierend auf den Objektabständen für die Mehrzahl Positionen entlang des Verkehrswegs umfasst ein Erzeugen der Punktwolke basierend auf den Objektabständen für die 3D-Objekte für die Mehrzahl 3D-Positionen für jede der Mehrzahl Positionen entlang des Verkehrswegs basierend auf der 3D-Form der 3D-Objekte an zumindest der dem Verkehrsweg zugewandten Seite. Die Position der 3D-Objekte mit deren 3D-Form stellt eine genaue Definition der 3D-Objekte im 3D-Raum bereit. Die 3D-Objekte werden dadurch typischerweise durch einen Mehrzahl Punkte erfasst. Die Definition der 3D-Objekte mit ihrer 3D-Form kann dabei auf unterschiedliche Weise erfolgen. Beispielsweise kann die Position des jeweiligen 3D-Objekts als Basis gewählt werden, so dass die 3D-Form darauf basierend ergänzt wird. Es wird eine 3D-Punktwolke erzeugt, welche die Umgebung über die Tiefenkarte exakt definiert. Die 3D-Punktwolke entspricht einer Darstellung, die von den Umgebungssensoren der Verkehrsmittel üblicherweise erzeugt werden, so dass ein einfacher Abgleich zur Bestimmung der Position des Verkehrsmittels mit einer hohen Genauigkeit durchgeführt werden kann. Die 3D-Positionen entsprechen verschiedenen Höhenpositionen bezogen auf beispielsweise eine Bodenebene, typischerweise in einer Richtung senkrecht zu der Bodenebene.

In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung umfasst das Identifizieren eines Verkehrswegs mit dessen Position innerhalb eines von der Umgebungsinformation erfassten Bereichs ein Erfassen der Position des Verkehrswegs mit einer Verkehrswegreferenz entlang des Verkehrswegs, das Ermitteln von Objektabständen für eine Mehrzahl Positionen entlang des Verkehrswegs basierend auf dem identifizierten Verkehrsweg und der Umgebungsinformation im Bereich des Verkehrswegs umfasst ein Ermitteln der Objektabstände zu beiden Seiten des Verkehrswegs bezogen auf die Verkehrswegreferenz, und das Erzeugen der Punktwolke basierend auf den Objektabständen für die Mehrzahl Positionen entlang des Verkehrswegs umfasst ein Erzeugen der Punktwolke basierend auf den Objektabständen zu beiden Seiten des Verkehrswegs bezogen auf die Verkehrswegreferenz. Hierbei werden also zu jeder Position entlang des Verkehrswegs wenigstens zwei Objektabstände für 3D-Objekte ermittelt, um die Punktwolke zu erzeugen. Das Verkehrsmittel kann sich also in jeder Richtung an den 3D-Objekten mit seinen Umgebungssensoren verorten. Die Verkehrswegreferenz kann beispielsweise bei einer Straße ein Mittelstreifen davon sein oder bei einer Fahrbahn eine Fahrbahnmitte. Die Verkehrswegreferenz kann somit durch mit den Umgebungssensoren erfassbare Merkmale des Verkehrswegs oder auch unabhängig davon definiert sein.

In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung umfasst das Identifizieren eines Verkehrswegs mit dessen Position innerhalb eines von der Umgebungsinformation erfassten Bereichs ein Erfassen der Position des Verkehrswegs mit zwei Verkehrswegreferenzen entlang des Verkehrswegs, insbesondere einer Verkehrswegreferenz entlang von zwei seitlichen Verkehrswegbegrenzungen oder zwei Fahrbahnbegrenzungen, das Ermitteln von Objektabständen für eine Mehrzahl Positionen entlang des Verkehrswegs basierend auf dem identifizierten Verkehrsweg und der Umgebungsinformation im Bereich des Verkehrswegs umfasst ein Ermitteln der Objektabstände von einer der Verkehrswegreferenzen zu den 3D-Objekten auf einer Seite des Verkehrswegs und von der anderen Verkehrswegreferenz zu den 3D-Objekten der anderen Seite des Verkehrswegs, und das Erzeugen der Punktwolke basierend auf den Objektabständen für die Mehrzahl Positionen entlang des Verkehrswegs umfasst ein Erzeugen der Punktwolke basierend auf den Objektabständen von der jeweiligen Verkehrswegreferenz zu den 3D-Objekten auf der entsprechenden Seite des Verkehrswegs. Die Objektabstände zu den beiden Verkehrswegreferenzen definieren somit gemeinsam die Punktwolke, wobei zu jeder

Verkehrswegreferenz nur Objektabstände zu einer Seite davon ermittelt werden, wobei sich durch die Tiefenkarte mit der kombinierten Punktwolke das Verkehrsmittel in jeder Richtung an den 3D-Objekten mit seinen Umgebungssensoren verorten kann. Die Verkehrswegreferenzen können auch hier durch mit den Umgebungssensoren erfassbare Merkmale des Verkehrswegs oder unabhängig davon definiert sein.

In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung umfasst das Erfassen der Position des Verkehrswegs mit einer oder zwei Verkehrswegreferenzen entlang des Verkehrswegs ein Erzeugen von einer oder zwei flächigen Verkehrswegreferenzen, das Ermitteln von Objektabständen für eine Mehrzahl Positionen entlang des Verkehrswegs basierend auf dem identifizierten Verkehrsweg und der Umgebungsinformation im Bereich des Verkehrswegs umfasst ein Ermitteln der Objektabstände von einer der Verkehrswegreferenzen zu einer Seite des Verkehrswegs und von der anderen Verkehrswegreferenz zu der anderen Seite des Verkehrswegs, und das Erzeugen der Punktwolke basierend auf den Objektabständen für die Mehrzahl Positionen entlang des Verkehrswegs umfasst ein Erzeugen der Punktwolke basierend auf den Objektabständen zu der entsprechenden flächigen Verkehrswegreferenz. Die eine oder zwei flächigen Verkehrswegreferenzen können als Flächen bzw. Ebene entlang einer Verkehrswegrichtung definiert sein. Die flächige Verkehrswegreferenz steht üblicherweise senkrecht auf dem jeweiligen Verkehrsweg, insbesondere senkrecht für jede der Mehrzahl Positionen entlang des Verkehrswegs. Die eine oder zwei flächigen Verkehrswegreferenzen ermöglichen ein einfaches Ermitteln von Objektabständen für die 3D-Objekte für eine Mehrzahl 3D-Positionen für jede der Mehrzahl Positionen entlang des Verkehrswegs basierend auf der 3D-Form der 3D-Objekte an zumindest der dem Verkehrsweg zugewandten Seite, wenn die Objektabstände bezogen auf mehrere 3D-Positionen der flächigen Verkehrswegreferenz bestimmt werden, also für verschiedenen Höhenpositionen der flächigen Verkehrswegreferenz. Vorzugsweise werden die Objektabstände jeweils senkrecht zu der flächigen Verkehrswegreferenz ermittelt.

Alternativ kann ausgehend von einer Höhenposition der Verkehrswegreferenz an jeder Position der Verkehrswegs eine Mehrzahl Objektabstände ermittelt werden, wobei die Objektabstände für unterschiedliche Höhenwinkel ermittelt werden.

In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung umfasst das Erzeugen von einer oder zwei Verkehrswegreferenzen ein Rastern der Verkehrswegreferenz(en), und das Ermitteln von Objektabständen für eine Mehrzahl Positionen entlang des Verkehrswegs basierend auf dem identifizierten Verkehrsweg und der Umgebungsinformation im Bereich des Verkehrswegs umfasst ein Ermitteln der Objektabstände in Übereinstimmung mit dem Raster der Verkehrswegreferenz(en). Abhängig von der Art der Verkehrswegreferenz(en) kann das Raster als Linienraster und/oder als Flächenraster ausgeführt sein. Vorzugsweise ist das Raster gleichmäßig ausgeführt, woraus sich eine gleichmäßige Punktauflösung ergibt. Beim Flächenraster können Rasterabstände in den Flächenrichtungen unterschiedlich gewählt sein. Zu jedem Punkt des Rasters erfolgt das Ermitteln der Objektabstände.

In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung umfasst das Ermitteln von Objektabständen für eine Mehrzahl Positionen entlang des Verkehrswegs basierend auf dem identifizierten Verkehrsweg und der Umgebungsinformation im Bereich des Verkehrswegs ein Raytracing oder Z-Buffering von der Mehrzahl Positionen entlang des Verkehrswegs zu den 3D-Objekten umfasst. Das Raytracing stellt eine einfache Möglichkeit zum Ermitteln der Objektabstände dar. Raytracing ist insbesondere relevant für das Erstellen einer Tiefenkarte mit einer 3D-Punktwolke.

In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung umfasst das Ermitteln von Objektabständen für eine Mehrzahl Positionen entlang des Verkehrswegs basierend auf dem identifizierten Verkehrsweg und der Umgebungsinformation im Bereich des Verkehrswegs ein Ermitteln der Objektabstände in einer Richtung senkrecht zum Verlauf des identifizierten Verkehrswegs. Dies ermöglicht eine besonders einfache Erstellung der Tiefenkarte mit nur wenigen Punkte. Im Zusammenspiel mit dem identifizierten Verkehrsweg können die Objektabstände der Positionen entlang des Verkehrswegs verwendet werden, um die Objektabstände ausgehend von beliebigen Positionen entlang des Verkehrswegs oder auch unabhängig davon zu bestimmen, wenn sich das Verkehrsmittel beispielsweise neben dem Verkehrsweg befindet. Dadurch kann eine einfache und zuverlässige Verortung des Verkehrsmittels basierend auf nur wenigen Punkten der Punktwolke durchgeführt werden. Vollständige Punktwolken für jede der Positionen entlang des Verkehrswegs sind nicht erforderlich, da sie über die einzelnen Punkte rekonstruiert werden können.

In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung umfasst das Identifizieren eines Verkehrswegs mit dessen Position innerhalb eines von der Umgebungsinformation erfassten Bereichs ein Identifizieren eines Flusses, einer Straße, eines Radwegs, eines Fußwegs und/oder eines Schienenwegs bzw. einer Fortbewegungsspur des Flusses, der Straße, des Radwegs, des Fußwegs und/oder des Schienenwegs als Verkehrsweg, insbesondere ein automatisches identifizieren des Flusses, der Straße, des Radwegs, des Fußwegs und/oder des Schienenwegs als Verkehrsweg. Die genannten Verkehrswege sind beispielhaft aufgelistet. Auch andere Arten von Verkehrswegen können betrachtet werden.

In dem beschriebenen Verfahren ist es möglich, verschiedene Verfahrensschritte in unterschiedlichen Reihenfolgen oder auch parallel durchzuführen, wie sich für den Fachmann offensichtlich aus den obigen Ausführungen ergibt. Die angegebenen Verfahrensschritte geben unabhängig von ihrer Auflistung keine notwendige Reihenfolge an.

Nachfolgend wird die Erfindung unter Bezugnahme auf die anliegende Zeichnung anhand bevorzugter Ausführungsformen näher erläutert. Die dargestellten Merkmale können sowohl jeweils einzeln als auch in Kombination einen Aspekt der Erfindung darstellen. Merkmale verschiedener Ausführungsbeispiele sind übertragbar von einem Ausführungsbeispiel auf ein anderes.

Es zeigt

Fig. 1 eine Ansicht einer Umgebung eines Fahrzeugs als optische Darstellung und mit einer Darstellung als Tiefenkarte mit einer dazugehörigen Punktwolke mit Objektabständen zu 3D-Objekten in der Umgebung, wobei zwei Verkehrswegreferenzen zugrunde gelegt sind, gemäß einer ersten, bevorzugten Ausführungsform,

Fig. 2 eine Ansicht einer Umgebung eines Fahrzeugs als optische Darstellung und mit einer Darstellung einer dazugehörigen Punktwolke mit Objektabständen zu 3D-Objekten in der Umgebung, wobei eine Verkehrswegreferenz zugrunde gelegt ist, gemäß einer zweiten Ausführungsform,

Fig. 3 ein Ablaufdiagramm des Verfahrens zum Erzeugen einer Tiefenkarte mit einer Punktwolke in Übereinstimmung mit der ersten und der zweiten Ausführungsform.

Nachfolgend wird ein Verfahren zum Erzeugen einer Tiefenkarte 10 mit einer Punktwolke 12, die 3D-Objekte 14 in der Karte 10 definiert, gemäß einer ersten, bevorzugten Ausführungsform beschrieben.

Das Verfahren ist in Figur 3 als Ablaufdiagramm dargestellt und wird unter zusätzlichem Bezug auf Figur 1 beschrieben, in der eine Umgebung 16 eines Verkehrsmittels als optische Darstellung und mit einer Darstellung als Tiefenkarte 10 mit der dazugehörigen Punktwolke 12 mit Objektabständen zu den 3D-Objekten 14 in der Umgebung 16 dargestellt ist.

Die Tiefenkarte 10 dient beispielsweise zur Verortung des Verkehrsmittels in der Umgebung 16 basierend auf Sensordaten von wenigstens einem Umgebungssensor des Verkehrsmittels in Bezug auf die 3D-Objekte 14. Die Verwendung von Tiefenkarten 10 ist als solche bekannt.

Das Verfahren beginnt mit Schritt S100, der ein Bereitstellen einer Umgebungsinformation mit den 3D-Objekten 14 und deren Position betrifft.

Das Bereitstellen der Umgebungsinformation mit den 3D-Objekten 14 und deren Position umfasst vorliegend ein Identifizieren der 3D-Objekte 14 und deren Position basierend auf einer Mehrzahl von Luftbilddarstellungen mit unterschiedlichen Blickwinkeln. Die Luftbilddarstellungen umfassen typischerweise eine Mehrzahl einzelner Luftbilder und werden gemeinsam zur Erstellung der Umgebungsinformation mit den 3D-Objekten 14 verwendet. Die Luftbilddarstellungen können beispielsweise mit einem Flugzeug oder einer Drohne wie auch basierend auf Satellitenbildern erzeugt werden.

Durch die Luftbilddarstellungen desselben Bereichs mit unterschiedlichen Blickwinkeln wird der Bereich mit der Umgebung 16 vollständig erfasst. Durch die unterschiedlichen Blickwinkel werden Begrenzungsflächen 20 der 3D-Objekte 14 erfasst, wodurch die 3D-

Objekte 14 zusätzlich zu ihrer Position mit einer 3D-Form bestimmt werden. Dies umfasst insbesondere die Begrenzungsfläche 20 der 3D-Form an einer einem Verkehrsweg 18 zugewandten Seite des jeweiligen 3D-Objekts 14.

Alternativ erfolgt das Bereitstellen der Umgebungsinformation mit den 3D-Objekten 14 und deren Position basierend auf Information einer Vermessungsdatenbank. Die Vermessungsdatenbank stellt Vermessungsinformation für die 3D-Objekte 14 bereit, die in der Vermessungsdatenbank gesammelt ist.

Als 3D-Objekte 14 werden hier beispielhaft ortsfeste 3D-Objekte 14 wie Gebäude 14a, Bäume 14b und Laternen 14c betrachtet. Um die Verwendung von ortsfesten 3D-Objekten 14 zu verbessern, wird eine Objekterkennung durchgeführt. Prinzipiell dynamische 3D-Objekte 22 wie Verkehrsmittel oder ähnliches werden erkannt und im Weiteren nicht berücksichtigt für das Erstellen der Tiefenkarte 10.

Schritt S110 betrifft ein Identifizieren des Verkehrswegs 18 mit dessen Position innerhalb des von der Umgebungsinformation erfassten Bereichs. In diesem Ausführungsbeispiel wird als Verkehrsweg 18, 24 entweder eine Straße 18 mit zwei Fahrspuren 24 identifiziert, oder wie in Figur 1 dargestellt eine Fahrspur 24 der Straße 18. Entsprechend wird die Fahrspur 24 mit zwei Verkehrswegreferenzen 26 entlang von zwei seitlichen Fahrbahnbegrenzungen 28 der Fahrspur 24 identifiziert. Die Verkehrswegreferenzen 26 stellen hier mit Umgebungssensoren von Verkehrsmitteln erfassbare Merkmale des Verkehrswegs 18, 24 dar, können aber auch unabhängig davon definiert sein.

Die zwei Verkehrswegreferenzen 26 werden dabei als flächige Verkehrswegreferenzen 26 erzeugt, die als Flächen bzw. Ebenen entlang einer Verkehrswegrichtung definiert sind. Die flächigen Verkehrswegreferenzen 26 stehen senkrecht auf dem Verkehrsweg 18, 24. Die beiden Verkehrswegreferenzen 26 weisen ein Raster auf, wie in Figur 2 für die rechtsseitige Verkehrswegreferenz 26 dargestellt ist. Das Raster ist hier ein Flächenraster mit unterschiedlichen Rasterabständen in den Flächenrichtungen der flächigen Verkehrswegreferenzen 26.

Das Identifizieren des Verkehrswegs 18, 24 mit dessen Position innerhalb des von der Umgebungsinformation erfassten Bereichs erfolgt in Übereinstimmung mit Schritt S100

basierend auf der Mehrzahl Luftbilddarstellungen mit den unterschiedlichen Blickwinkeln.

Alternativ kann das Identifizieren des Verkehrswegs 18, 24 mit dessen Position innerhalb des von der Umgebungsinformation erfassten Bereichs basierend auf der Information der bereits genannten Vermessungsdatenbank erfolgen. Entsprechend stellt die Vermessungsdatenbank Vermessungsinformation für den Verkehrsweg 18, 24 bereit, die in der Vermessungsdatenbank gesammelt ist.

Schritt S120 betrifft ein Ermitteln von Objektabständen 30 für eine Mehrzahl Positionen entlang des Verkehrswegs 18, 24 basierend auf dem identifizierten Verkehrsweg 18, 24 und der Umgebungsinformation im Bereich des Verkehrswegs 18, 24.

Die Mehrzahl Positionen ergibt sich entlang des Verkehrswegs 18, 24 basierend auf und in Übereinstimmung mit dem Raster der Verkehrswegreferenzen 26. Entsprechend ist eine vertikale Position 32 vorgegeben. Zusätzlich ergeben sich aus dem Raster horizontale Positionen 34, wodurch die Positionen zur Bestimmung der Objektabstände 30 insgesamt als 3D-Positionen definiert sind. Zu jedem Schnittpunkt des Rasters, d.h. zu jedem Schnittpunkt von vertikaler Position 32 und horizontaler Positionen 34, bzw. zu jedem durch das Raster gebildeten rechteckigen Element, wird somit ein Objektabstand 30 ermittelt.

Das Ermitteln der Objektabstände 30 wird also basierend vertikalen und horizontalen Positionen 32, 34 durchgeführt. Dabei werden für die in Figur 1 rechtsseitige Verkehrswegreferenz 26 Objektabstände 30 zu Begrenzungsflächen 20 der rechtsseitig angeordneten 3D-Objekte 14 ermittelt. Entsprechend werden für die in Figur 1 linksseitige Verkehrswegreferenz 26 Objektabstände 30 zu Begrenzungsflächen 20 der linksseitig angeordneten 3D-Objekte 14 ermittelt. Die Objektabstände 30 sind lediglich in Figur 2 beispielhaft dargestellt, ergeben sich aber für die Darstellung der Figur 1 auf identische Weise.

Das Ermitteln der Objektabstände 30 betrifft in diesem Ausführungsbeispiel eine Erzeugung von einem Abstandswert für jede der 3D-Positionen. Der Abstandswert gibt einen Abstand zu einem nächsten 3D-Objekt 14 von der entsprechenden 3D-Position an. Dabei wird der Abstand für jede der 3D-Positionen gleichartig in Bezug auf den

identifizierten Verkehrsweg 18, 24 bestimmt, indem die Objektabstände 30 jeweils in einer Richtung senkrecht zum Verlauf des identifizierten Verkehrswegs 18, 24 und senkrecht zu der Fläche der Verkehrswegreferenz 26 ermittelt werden.

In Figur 1 sind unterschiedliche Objektabstände 30 grob durch unterschiedliche Schraffuren für große Objektabstände 36, mittlere Objektabstände 38 und geringe Objektabstände 40 veranschaulicht.

Alternativ können die Objektabstände 30 für die 3D-Positionen mittels Raytracing von den 3D-Positionen zu den 3D-Objekten 14 ermittelt werden.

Schritt S130 betrifft ein Erzeugen der Punktwolke 12 basierend auf den Objektabständen 30 für die Mehrzahl Positionen entlang des Verkehrswegs 18, 24.

Das Erzeugen der Punktwolke 12 erfolgt basierend auf den Objektabständen 30 für die 3D-Objekte 14 für jede der 3D-Positionen entlang des Verkehrswegs 18, 24 basierend auf der 3D-Form der 3D-Objekte 14 basierend auf den in Schritt S120 ermittelten Objektabständen 30 von der jeweiligen Verkehrswegreferenz 26 zu den 3D-Objekten 14 auf der entsprechenden Seite des Verkehrswegs 18, 24. Die Objektabstände 30 zu den beiden Verkehrswegreferenzen 26 definieren somit gemeinsam die Punktwolke 12. Ausgehend von den Objektabständen 30, die für jede Verkehrswegreferenz 26 nur zu einer Seite davon ermittelt worden sind, wird eine vollständige, kombinierte Punktwolke 12 mit einer Kombination der Objektabstände 30 der beiden flächigen Verkehrswegreferenzen 26 erzeugt.

Schritt S140 betrifft ein Kombinieren der Punktwolke 12 mit der Karte zur Bereitstellung der Tiefenkarte 10.

Entsprechend wird die Punktwolke 12 innerhalb einer bereitgestellten Karte verortet, wobei die Position der Punkte der Punktwolke 12 ausgehend von den Positionen des identifizierten Verkehrswegs 18, 24 innerhalb des von der Umgebungsinformation erfassten Bereichs angegeben wird. Dabei können an sich bekannte Karten als Basis verwendet werden, die nur Information in Bezug auf die Verkehrswege 18, 24 selber enthalten und keine Information in Bezug auf die 3D-Objekte. Der Verkehrsweg 18, 24

kann basierend auf der Karte identifiziert werden als Basis für die Erzeugung der Tiefenkarte 10 und die Verortung der Punktwolke 12.

Um die Tiefenkarte 10 zu erstellen, wird ein Bereich des Verkehrswegs 18, 24 selber ausgespart.

Nachstehend wird unter Bezug auf Figur 2 ein Verfahren zum Erzeugen der Tiefenkarte 10 mit einer Punktwolke 12, die 3D-Objekte 14 in der Karte 10 definiert, gemäß einer zweiten Ausführungsform beschrieben.

Das Verfahren wird ebenfalls durch das Ablaufdiagramm der Figur 3 dargestellt und hier unter zusätzlichem Bezug auf Figur 2 beschrieben, in der eine Umgebung 16 eines Verkehrsmittels als optische Darstellung mit einer Straße 18 als Verkehrsweg 18 und mit Objektabständen 30 zu den 3D-Objekten 14 in der Umgebung 16 dargestellt ist.

Das Verfahren der zweiten Ausführungsform entspricht weitgehend dem Verfahren der ersten Ausführungsform, so dass hier im Weiteren nur Unterschiede zwischen den Verfahren der ersten und zweiten Ausführungsform im Detail beschrieben werden.

In Schritt S110 erfolgt das Identifizieren des Verkehrswegs 18, 24 mit dessen Position innerhalb des von der Umgebungsinformation erfassten Bereichs basierend auf einer Mittellinie 42, entlang derer die Position des Verkehrswegs 18, 24 mit einer flächigen Verkehrswegreferenz 26 erfasst wird.

In Schritt S120 erfolgt das Ermitteln von Objektabständen 30 für die Mehrzahl 3D-Positionen entlang des Verkehrswegs 18, 24 basierend auf dem identifizierten Verkehrsweg 18, 24 mit der flächigen Verkehrswegreferenz 26 zu beiden Seiten des Verkehrswegs bezogen auf die Verkehrswegreferenz 26. Es werden also zu jeder 3D-Position entlang des Verkehrswegs 18, 24 zwei Objektabstände 30 für 3D-Objekte 14 ermittelt, um die Punktwolke 12 zu erzeugen.

Im Übrigen sind die Verfahren der ersten und zweiten Ausführungsform identisch.

Bezugszeichenliste

10	Tiefenkarte
12	Punktwolke
14	3D-Objekt (ortsfest)
14a	Gebäude, 3D-Objekt
14b	Baum, 3D-Objekt
14c	Laterne, 3D-Objekt
16	Umgebung
18	Straße, Verkehrsweg
20	Begrenzungsfläche
22	Verkehrsmittel, dynamisches 3D-Objekt
24	Fahrspur, Verkehrsweg
26	Verkehrswegreferenz
28	Fahrbahnbegrenzung
30	Objektabstand
32	vertikale Position
34	horizontale Position
36	großer Objektabstand
38	mittlerer Objektabstand
40	geringer Objektabstand
42	Mittellinie

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erzeugen einer Tiefenkarte (10) mit einer Punktwolke (12), die 3D-Objekte (14) in einer Karte definiert, insbesondere zur Verortung eines Verkehrsmittels (22) in einer Umgebung (16) des Verkehrsmittels (22) basierend auf Sensordaten von wenigstens einem Umgebungssensor des Verkehrsmittels (22) in Bezug auf die 3D-Objekte (14), umfassend die Schritte
 - Bereitstellen einer Umgebungsinformation mit den 3D-Objekten (14) und deren Position,
 - Identifizieren eines Verkehrswegs (18, 24) mit dessen Position innerhalb eines von der Umgebungsinformation erfassten Bereichs,
 - Ermitteln von Objektabständen (30) für eine Mehrzahl Positionen entlang des Verkehrswegs (18, 24) basierend auf dem identifizierten Verkehrsweg (18, 24) und der Umgebungsinformation im Bereich des Verkehrswegs (18, 24),
 - Erzeugen der Punktwolke (12) basierend auf den Objektabständen (30) für die Mehrzahl Positionen entlang des Verkehrswegs (18, 24), und
 - Kombinieren der Punktwolke (12) mit der Karte zur Bereitstellung der Tiefenkarte (10).
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass
 - das Bereitstellen einer Umgebungsinformation mit 3D-Objekten (14) und deren Position ein Identifizieren der 3D-Objekte (14) und deren Position basierend auf einer Luftbilddarstellung umfasst, und/oder
 - das Identifizieren eines Verkehrswegs (18, 24) mit dessen Position innerhalb eines von der Umgebungsinformation erfassten Bereichs ein Identifizieren des Verkehrswegs (18, 24) mit dessen Position innerhalb des von der Umgebungsinformation erfassten Bereichs basierend auf einer Luftbilddarstellung umfasst.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass
 - das Bereitstellen einer Umgebungsinformation mit 3D-Objekten (14) und deren Position ein Identifizieren der 3D-Objekte (14) und deren Position basierend

auf einer Mehrzahl Luftbilddarstellungen mit unterschiedlichen Blickwinkeln umfasst, und/oder

das Identifizieren eines Verkehrswegs (18, 24) mit dessen Position innerhalb eines von der Umgebungsinformation erfassten Bereichs ein Identifizieren des Verkehrswegs (18, 24) mit dessen Position innerhalb des von der Umgebungsinformation erfassten Bereichs basierend auf einer Mehrzahl Luftbilddarstellungen mit unterschiedlichen Blickwinkeln umfasst.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

das Bereitstellen einer Umgebungsinformation mit 3D-Objekten (14) und deren Position ein Identifizieren der 3D-Objekte (14) und deren Position basierend auf Information einer Vermessungsdatenbank umfasst, und/oder

das Identifizieren eines Verkehrswegs (18, 24) mit dessen Position innerhalb eines von der Umgebungsinformation erfassten Bereichs ein Identifizieren des Verkehrswegs (18, 24) mit dessen Position innerhalb des von der Umgebungsinformation erfassten Bereichs basierend auf Information einer Vermessungsdatenbank umfasst.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

das Bereitstellen einer Umgebungsinformation mit 3D-Objekten (14) und deren Position ein Bereitstellen der Umgebungsinformation mit den 3D-Objekten (14) mit deren Position umfasst,

das Ermitteln von Objektabständen (30) für eine Mehrzahl Positionen entlang des Verkehrswegs (18, 24) basierend auf dem identifizierten Verkehrsweg (18, 24) und der Umgebungsinformation im Bereich des Verkehrswegs (18, 24) ein Ermitteln von Objektabständen für die 3D-Objekte (14) für eine Höhenposition für jede der Mehrzahl Positionen entlang des Verkehrswegs (18, 24) umfasst, und

das Erzeugen der Punktwolke (12) basierend auf den Objektabständen (30) für die Mehrzahl Positionen entlang des Verkehrswegs (18, 24) ein Erzeugen der Punktwolke (12) basierend auf den Objektabständen für die 3D-Objekte (14) für eine Höhenposition für jede der Mehrzahl Positionen entlang des Verkehrswegs umfasst.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

das Bereitstellen einer Umgebungsinformation mit 3D-Objekten (14) und deren Position ein Bereitstellen der Umgebungsinformation mit den 3D-Objekten (14) mit deren Position und einer 3D-Form der 3D-Objekte (14) an zumindest einer dem Verkehrsweg (18, 24) zugewandten Seite umfasst,

das Ermitteln von Objektabständen (30) für eine Mehrzahl Positionen entlang des Verkehrswegs (18, 24) basierend auf dem identifizierten Verkehrsweg (18, 24) und der Umgebungsinformation im Bereich des Verkehrswegs (18, 24) ein Ermitteln von Objektabständen (30) für die 3D-Objekte (14) für eine Mehrzahl 3D-Positionen für jede der Mehrzahl Positionen entlang des Verkehrswegs (18, 24) basierend auf der 3D-Form der 3D-Objekte (14) an zumindest der dem Verkehrsweg (18, 24) zugewandten Seite umfasst, und

das Erzeugen der Punktwolke (12) basierend auf den Objektabständen (30) für die Mehrzahl Positionen entlang des Verkehrswegs (18, 24) ein Erzeugen der Punktwolke (12) basierend auf den Objektabständen für die 3D-Objekte (14) für die Mehrzahl 3D-Positionen für jede der Mehrzahl Positionen entlang des Verkehrswegs (18, 24) basierend auf der 3D-Form der 3D-Objekte (14) an zumindest der dem Verkehrsweg (18, 24) zugewandten Seite umfasst.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

das Identifizieren eines Verkehrswegs (18, 24) mit dessen Position innerhalb eines von der Umgebungsinformation erfassten Bereichs ein Erfassen der Position des Verkehrswegs (18, 24) mit einer Verkehrswegreferenz (26) entlang des Verkehrswegs (18, 24) umfasst,

das Ermitteln von Objektabständen (30) für eine Mehrzahl Positionen entlang des Verkehrswegs (18, 24) basierend auf dem identifizierten Verkehrsweg (18, 24) und der Umgebungsinformation im Bereich des Verkehrswegs (18, 24) ein Ermitteln der Objektabstände (30) zu beiden Seiten des Verkehrswegs (18, 24) bezogen auf die Verkehrswegreferenz (26) umfasst, und

das Erzeugen der Punktwolke (12) basierend auf den Objektabständen (30) für die Mehrzahl Positionen entlang des Verkehrswegs (18, 24) ein Erzeugen

- der Punktwolke (12) basierend auf den Objektabständen (30) zu beiden Seiten des Verkehrswegs (18, 24) bezogen auf die Verkehrswegreferenz (26) umfasst.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
- das Identifizieren eines Verkehrswegs (18, 24) mit dessen Position innerhalb eines von der Umgebungsinformation erfassten Bereichs ein Erfassen der Position des Verkehrswegs (18, 24) mit zwei Verkehrswegreferenzen (26) entlang des Verkehrswegs (18, 24), insbesondere einer Verkehrswegreferenz (26) entlang von zwei seitlichen Verkehrswegbegrenzungen oder zwei Fahrbahnbegrenzungen, umfasst,
 - das Ermitteln von Objektabständen für eine Mehrzahl Positionen entlang des Verkehrswegs basierend auf dem identifizierten Verkehrsweg und der Umgebungsinformation im Bereich des Verkehrswegs ein Ermitteln der Objektabstände von einer der Verkehrswegreferenzen zu den 3D-Objekten (14) auf einer Seite des Verkehrswegs und von der anderen Verkehrswegreferenz zu den 3D-Objekten (14) der anderen Seite des Verkehrswegs umfasst, und
 - das Erzeugen der Punktwolke (12) basierend auf den Objektabständen für die Mehrzahl Positionen entlang des Verkehrswegs ein Erzeugen der Punktwolke (12) basierend auf den Objektabständen von der jeweiligen Verkehrswegreferenz zu den 3D-Objekten (14) auf der entsprechenden Seite des Verkehrswegs umfasst.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass
- das Erfassen der Position des Verkehrswegs mit einer oder zwei Verkehrswegreferenzen entlang des Verkehrswegs ein Erzeugen von einer oder zwei flächigen Verkehrswegreferenzen umfasst,
 - das Ermitteln von Objektabständen für eine Mehrzahl Positionen entlang des Verkehrswegs basierend auf dem identifizierten Verkehrsweg und der Umgebungsinformation im Bereich des Verkehrswegs ein Ermitteln der Objektabstände von einer der Verkehrswegreferenzen zu einer Seite des Verkehrswegs und von der anderen flächigen Verkehrswegreferenz zu der anderen Seite des Verkehrswegs umfasst, und

- das Erzeugen der Punktwolke (12) basierend auf den Objektabständen für die Mehrzahl Positionen entlang des Verkehrswegs ein Erzeugen der Punktwolke (12) basierend auf den Objektabständen zu der entsprechenden flächigen Verkehrswegreferenz umfasst.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass
- das Erzeugen von einer oder zwei Verkehrswegreferenzen ein Rastern der Verkehrswegreferenz(en) () umfasst, und
 - das Ermitteln von Objektabständen für eine Mehrzahl Positionen entlang des Verkehrswegs basierend auf dem identifizierten Verkehrsweg und der Umgebungsinformation im Bereich des Verkehrswegs ein Ermitteln der Objektabstände in Übereinstimmung mit dem Raster der Verkehrswegreferenz(en) umfasst.
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
- das Ermitteln von Objektabständen für eine Mehrzahl Positionen entlang des Verkehrswegs basierend auf dem identifizierten Verkehrsweg und der Umgebungsinformation im Bereich des Verkehrswegs ein Raytracing von der Mehrzahl Positionen entlang des Verkehrswegs zu den 3D-Objekten (14) umfasst.
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
- das Ermitteln von Objektabständen für eine Mehrzahl Positionen entlang des Verkehrswegs basierend auf dem identifizierten Verkehrsweg und der Umgebungsinformation im Bereich des Verkehrswegs ein Ermitteln der Objektabstände in einer Richtung senkrecht zum Verlauf des identifizierten Verkehrswegs umfasst.
13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
- das Identifizieren eines Verkehrswegs mit dessen Position innerhalb eines von der Umgebungsinformation erfassten Bereichs ein Identifizieren eines

Flusses, einer Straße, eines Radwegs, eines Fußwegs und/oder eines Schienenwegs bzw. einer Fortbewegungsspur des Flusses, der Straße, des Radwegs, des Fußwegs und/oder des Schienenwegs als Verkehrsweg umfasst, insbesondere ein automatisches identifizieren des Flusses, der Straße, des Radwegs, des Fußwegs und/oder des Schienenwegs als Verkehrsweg.

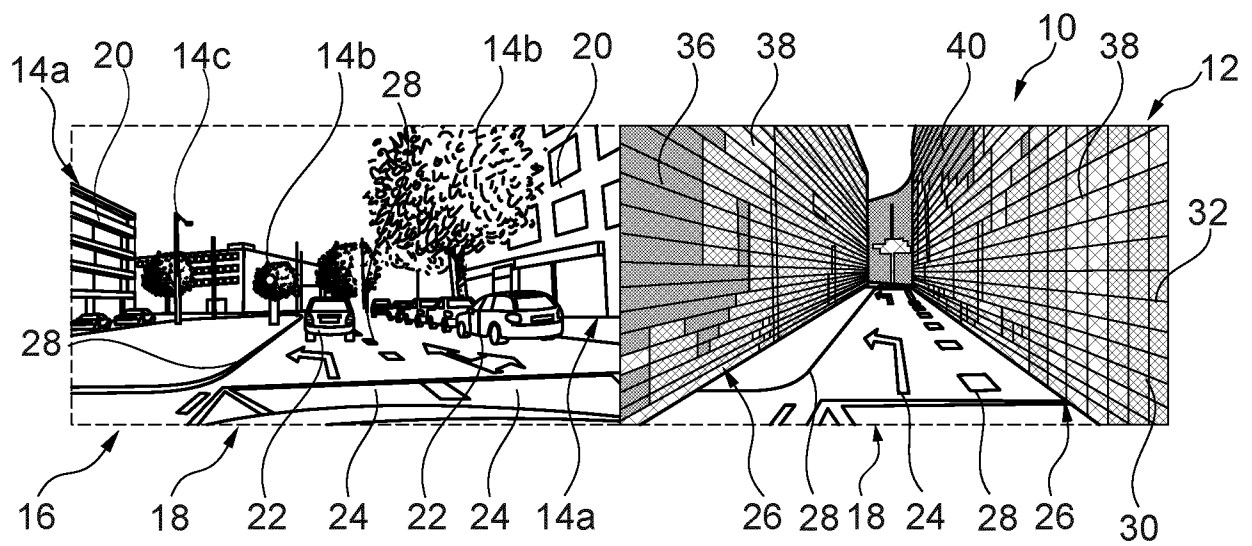


Fig. 1

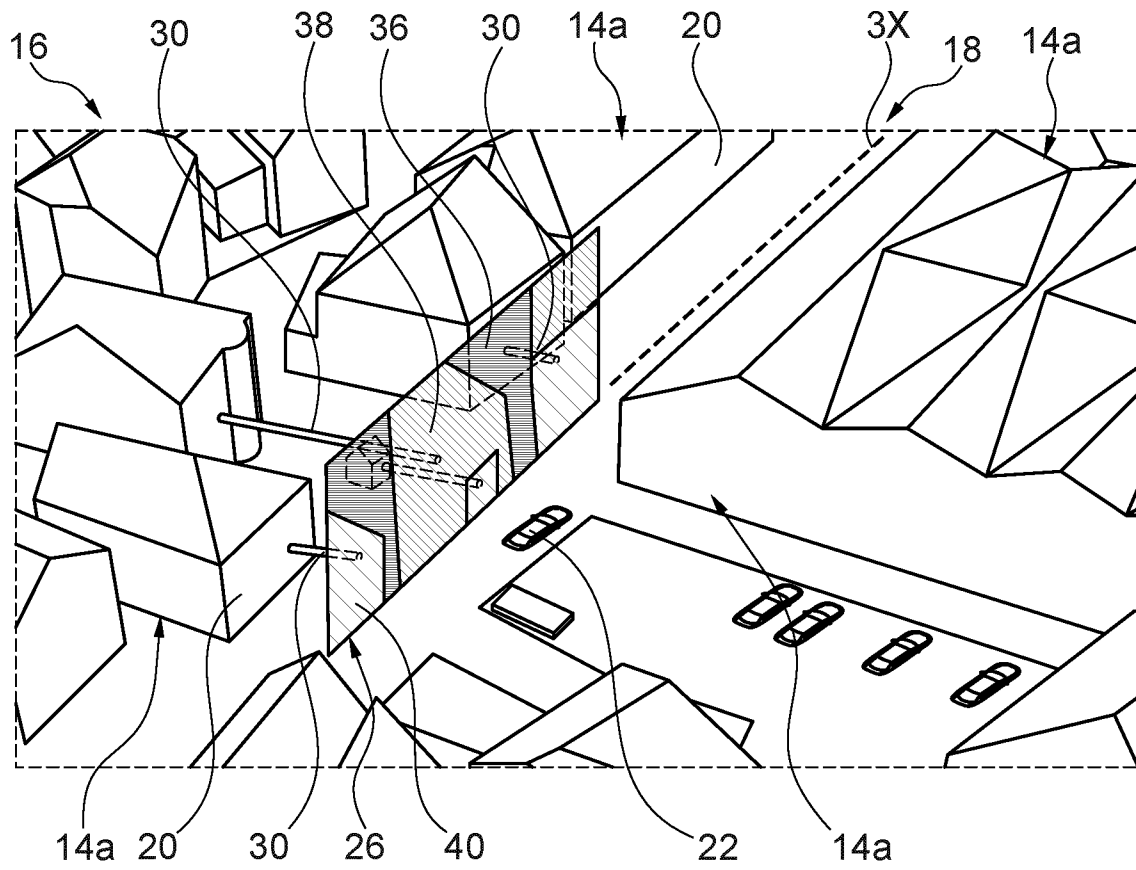


Fig. 2

3/3

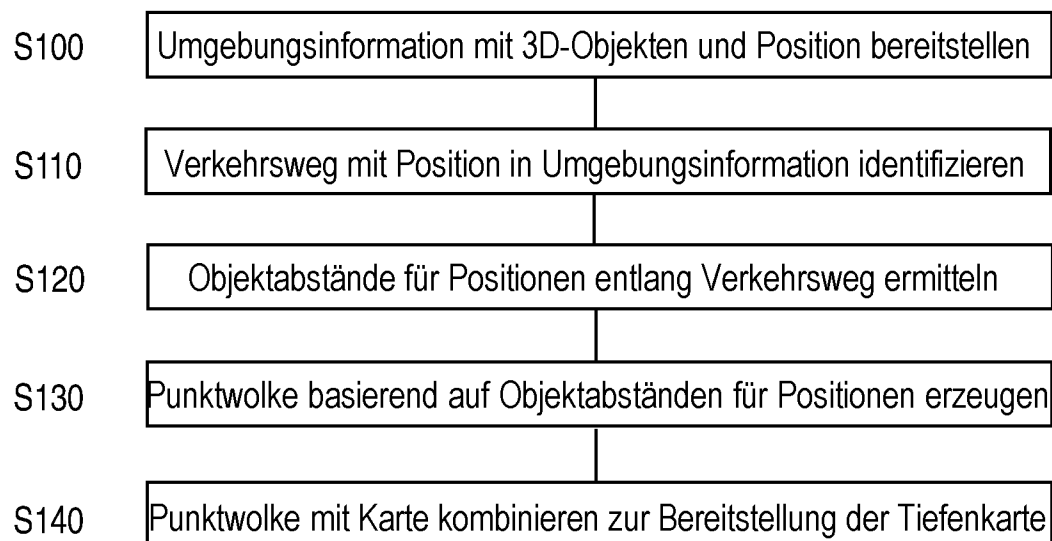


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2021/084467

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G01C 21/00**(2006.01)i; **G06V 10/40**(2022.01)i; **G06F 16/29**(2019.01)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)

G06V; G01C; G06K; G08G; G01S; G06T; G06F

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	BUYUKDEMIRCIOGLU MEHMET ET AL. "Semi-Automatic 3D City Model Generation from Large-Format Aerial Images" <i>ISPRS INTERNATIONAL JOURNAL OF GEO-INFORMATION</i> , Vol. 7, No. 9, 01 January 2018 (2018-01-01), page 339 DOI: 10.3390/ijgi7090339 ISSN: 2220-9964, XP055912047 abstract; figures 4, 6, 11, 14, 16 page 3 page 7	1-13
X	US 10823562 B1 (CARNAHAN JEREMY [US] ET AL) 03 November 2020 (2020-11-03) abstract; figures 1, 3, 5, 10 column 12, line 37 - column 16, line 30 column 18, line 52 - column 21, line 10 column 27, line 18 - column 29, line 46 column 35, line 3 - line 59	1-13



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

13 April 2022

Date of mailing of the international search report

25 April 2022

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

Hanigk, Sebastian

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2021/084467

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
US	10823562	B1	03 November 2020	NONE	

A. KLASSTIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. G01C21/00 G06V10/40 G06F16/29 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) G06V G01C G06K G08G G01S G06T G06F		
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	BUYUKDEMIRCI OGLU MEHMET ET AL: "Semi-Automatic 3D City Model Generation from Large-Format Aerial Images", ISPRS INTERNATIONAL JOURNAL OF GEO-INFORMATION, Bd. 7, Nr. 9, 1. Januar 2018 (2018-01-01), Seite 339, XP055912047, ISSN: 2220-9964, DOI: 10.3390/ijgi7090339 Zusammenfassung; Abbildungen 4, 6, 11, 14, 16 Seite 3 Seite 7 <div style="text-align: center;">-----</div> <div style="text-align: center;">-/-</div>	1-13
☒ 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		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
13. April 2022		25/04/2022
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 Hanigk, Sebastian

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	<p>US 10 823 562 B1 (CARNAHAN JEREMY [US] ET AL) 3. November 2020 (2020-11-03)</p> <p>Zusammenfassung; Abbildungen 1, 3, 5, 10</p> <p>Spalte 12, Zeile 37 - Spalte 16, Zeile 30</p> <p>Spalte 18, Zeile 52 - Spalte 21, Zeile 10</p> <p>Spalte 27, Zeile 18 - Spalte 29, Zeile 46</p> <p>Spalte 35, Zeile 3 - Zeile 59</p> <p>-----</p>	1-13

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2021/084467

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 10823562	B1	03-11-2020	KEINE
<hr/>			