



(10) **DE 10 2020 105 860 A1** 2020.09.10

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2020 105 860.8**

(22) Anmeldetag: **04.03.2020**

(43) Offenlegungstag: **10.09.2020**

(51) Int Cl.: **G08G 1/00 (2006.01)**

B60W 40/04 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

16/296,887 08.03.2019 US

(71) Anmelder:

**Ford Global Technologies, LLC, Dearborn, Mich.,
US**

(72) Erfinder:

**Castorena Martinez, Juan Enrique, Southfield, MI,
US; Cionca, Codrin, Ann Arbor, MI, US; Parchami,
Mostafa, Dearborn, MI, US; Zhang, Linjun,
Canton, MI, US**

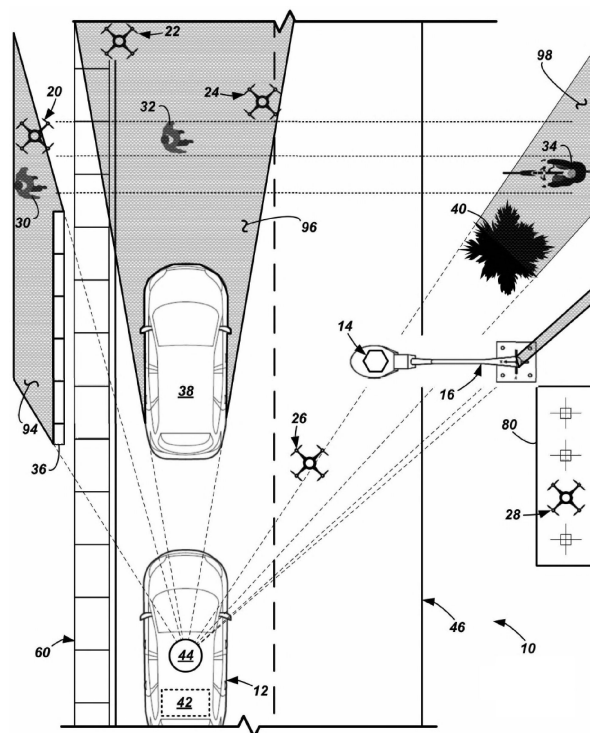
(74) Vertreter:

**Bonsmann · Bonsmann · Frank Patentanwälte,
41063 Mönchengladbach, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **ÜBERWACHUNG VON RELEVANTEN OBJEKTEN**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Offenbarung sieht ein Überwachen relevanter Objekte vor. Es ist ein Situationsbewusstseinssystem beschrieben, das einen Prozessor und einen Speicher umfasst, der Anweisungen speichert, die durch den Prozessor ausführbar sind. Die Anweisungen umfassen: Bestimmen mindestens eines relevanten Objekts in Bezug auf ein Zielfahrzeug; Bestimmen einer Zuweisungsoptimierung von mindestens einer von einer Vielzahl von Mobilvorrichtungen zu dem mindestens einen relevanten Objekt; und Zuweisen der mindestens einen von der Vielzahl von Mobilvorrichtungen zu dem mindestens einen relevanten Objekt.



Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die Offenbarung betrifft im Allgemeinen Fahrzeugsensoren.

ALLGEMEINER STAND DER TECHNIK

[0002] Der Betrieb von Fahrzeugen stützt sich oftmals auf Sensordaten. Beispielsweise können Sensoren wie Kameras, Radar-, Lidar-, Ultraschallsensoren usw. Daten zum Identifizieren von Objekten, z. B. Verkehrszeichen, anderen Fahrzeugen, Fußgängern usw., und Straßenverhältnissen, z. B. Eis, Schnee, Rissen, Schlaglöchern, Unebenheiten usw. bereitstellen. Sensoren stellen Daten innerhalb eines Sensorsichtfelds bereit.

KURZDARSTELLUNG

[0003] Einem nicht einschränkenden Beispiel gemäß ist ein Situationsbewusstseinssystem beschrieben. Das System umfasst einen Prozessor und einen Speicher, der Anweisungen speichert, die durch den Prozessor ausführbar sind. Die Anweisungen umfassen: Bestimmen mindestens eines relevanten Objekts (Object of Interest - OOI) in Bezug auf ein Zielfahrzeug; Bestimmen einer Zuweisungsoptimierung von mindestens einer von einer Vielzahl von Mobilvorrichtungen zu dem mindestens einen relevanten Objekt; und Zuweisen der mindestens einen von der Vielzahl von Mobilvorrichtungen zu dem mindestens einen relevanten Objekt.

[0004] Gemäß zumindest einem Beispiel des oben beschriebenen Systems befindet sich das mindestens eine OOI in einem verdeckten Zustand.

[0005] Gemäß zumindest einem Beispiel des oben beschriebenen Systems umfasst das Zuweisen ferner ein derartiges Anweisen der mindestens einen von der Vielzahl von Mobilvorrichtungen, dass sie in einen Verfolgungsmodus in Bezug auf das mindestens eine OOI eintritt.

[0006] Gemäß zumindest einem Beispiel des oben beschriebenen Systems beinhaltet der Verfolgungsmodus, dass die mindestens eine von der Vielzahl von Mobilvorrichtungen über dem OOI schwebt.

[0007] Gemäß zumindest einem Beispiel des oben beschriebenen Systems umfassen die Anweisungen ferner: Empfangen von Relevante-Objekte(OOI)-Daten, die das mindestens eine OOI betreffen, von der mindestens einen von der Vielzahl von Mobilvorrichtungen, die dem mindestens einen OOI zugewiesen ist; und Übertragen von Situationsbewusstseins(SB)-Daten an das Zielfahrzeug, wobei die SB-Daten auf den OOI-Daten basieren.

[0008] Gemäß zumindest einem Beispiel des oben beschriebenen Systems umfasst die Zuweisungsoptimierung ein Verwenden einer Kostenfunktionsberechnung.

[0009] Gemäß zumindest einem Beispiel des oben beschriebenen Systems umfassen die Anweisungen ferner: Verwenden mindestens eines Optimierungsfaktors in der Kostenfunktion.

[0010] Gemäß zumindest einem Beispiel des oben beschriebenen Systems umfasst der mindestens eine Optimierungsfaktor mindestens einen von einem Optimalabstandsfaktor, einem Optimalleistungsfaktor oder einem Optimalverfügbarkeitsfaktor.

[0011] Gemäß zumindest einem Beispiel des oben beschriebenen Systems beinhaltet die Kostenfunktion:

$$\hat{X}^t = \arg \min \left\{ \sum_{i=1}^{N^t} \sum_{j=1}^M X_{i,j}^t C_{i,j}^t \right\}, \text{ vorausgesetzt:}$$

$$\sum_{i=1}^{N^t} X_{i,j}^t \leq 1 \quad \forall j$$

und

$$\sum_{j=1}^M X_{i,j}^t = 1 \quad \forall i$$

worin $\hat{X}^t$ für eine optimale Schätzung der Matrix X^t

steht, eine Summierung $\sum_{i=1}^{N^t}$ indizierte relevante Objekte in die Rechnung einbezieht, eine Summierung $\sum_{j=1}^M$ indizierte Mobilvorrichtungen einbezieht,

$X_{i,j}^t$ für eine Zuweisungsmatrix steht, die durch Mobilvorrichtungen und relevante Objekte definiert ist,

und $C_{i,j}^t$ der Kostenwert eines i^{th} , j^{th} Zuweisungselements einer Kostenmatrix der Größe $N^t \times M$ zu einem Zeitpunkt t ist.

Gemäß zumindest einem Beispiel des oben beschriebenen Systems steht $C_{i,j}^t$ für den Optimalabstandsfaktor, den Optimalleistungsfaktor, den Optimalverfügbarkeitsfaktor oder eine Kombination daraus.

[0012] Gemäß zumindest einem Beispiel des oben beschriebenen Systems, ferner umfassend die mindestens eine von der Vielzahl von Mobilvorrichtungen.

[0013] Gemäß zumindest einem Beispiel des oben beschriebenen Systems umfasst ein Gatewaysystem den Prozessor und Speicher, wobei das Gatewaysystem ferner einen Drahtlossendeempfänger umfasst, der dazu konfiguriert ist, mit der mindestens einen von der Vielzahl von Mobilvorrichtungen und mit dem Zielfahrzeug zu kommunizieren.

[0014] Gemäß einem anderen veranschaulichenden Beispiel ist ein anderes Situationsbewusstseinssystem beschrieben. Das System umfasst einen Prozessor und einen Speicher, der Anweisungen speichert, die durch den Prozessor ausführbar sind. Die Anweisungen umfassen: Bestimmen mindestens eines relevanten Objekts (OOI) in einem verdeckten Zustand, in Bezug auf ein Zielfahrzeug; Bestimmen einer Zuweisungsoptimierung von mindestens einer von einer Vielzahl von Mobilvorrichtungen zu dem mindestens einen relevanten Objekt; und Zuweisen der mindestens einen von der Vielzahl von Mobilvorrichtungen zu dem mindestens einen relevanten Objekt.

[0015] Gemäß einem anderen veranschaulichenden Beispiel ist ein Verfahren beschrieben. Das Verfahren umfasst: Bestimmen mindestens eines relevanten Objekts (OOI) in Bezug auf ein Zielfahrzeug; Bestimmen einer Zuweisungsoptimierung von mindestens einer von einer Vielzahl von Mobilvorrichtungen zu dem mindestens einen OOI; und Zuweisen der mindestens einen von der Vielzahl von Mobilvorrichtungen zu dem mindestens einen OOI.

[0016] Gemäß zumindest einem Beispiel des oben beschriebenen Verfahrens befindet sich das mindestens eine OOI in einem verdeckten Zustand.

[0017] Gemäß zumindest einem Beispiel des oben beschriebenen Verfahrens umfasst das Zuweisen ferner ein derartiges Anweisen der mindestens einen von der Vielzahl von Mobilvorrichtungen, dass sie in einen Verfolgungsmodus in Bezug auf das mindestens eine OOI eintritt.

[0018] Gemäß zumindest einem Beispiel des oben beschriebenen Verfahrens beinhaltet der Verfolgungsmodus, dass die mindestens eine von der Vielzahl von Mobilvorrichtungen über dem OOI schwebt.

[0019] Gemäß zumindest einem Beispiel des oben beschriebenen Verfahrens umfasst der Verfolgungsmodus ein Schweben über dem OOI innerhalb eines vordefinierten Toleranzbereichs einer vertikalen Achse des OOI.

[0020] Gemäß zumindest einem Beispiel des oben beschriebenen Verfahrens umfasst die Zuweisungsoptimierung ein Verwenden einer Kostenfunktionsberechnung.

[0021] Gemäß zumindest einem Beispiel des oben beschriebenen Verfahrens umfasst die Kostenfunktionsberechnung mindestens einen Optimierungsfaktor, wobei der mindestens eine Optimierungsfaktor mindestens einen von einem Optimalabstandsfaktor, einem Optimalleistungsfaktor oder einem Optimalverfügbarkeitsfaktor umfasst.

[0022] Gemäß einem Beispiel kann eine jede Kombination aus den oben angeführten Anweisungen oder Anweisungseinschränkungen in Kombination miteinander verwendet werden.

[0023] Gemäß einem Beispiel kann eine jede Kombination aus den oben angeführten Verfahrensschritten oder Verfahrenseinschränkungen in Kombination miteinander verwendet werden.

[0024] Gemäß dem zumindest einen oben angeführten Beispiel ist eine einen Prozessor und einen Speicher umfassende Computervorrichtung offenbart, die dazu programmiert ist, eine beliebige Kombination der Beispiele für das bzw. die Verfahren auszuführen, die oben angeführt sind.

[0025] Gemäß dem mindestens einen Beispiel ist ein Computerprogrammprodukt offenbart, das ein computerlesbares Medium beinhaltet, das Anweisungen speichert, die durch einen Computerprozessor ausführbar sind, wobei die Anweisungen eine beliebige Kombination der Beispiele für das bzw. die Verfahren beinhalten, die oben angeführt sind.

Figurenliste

Fig. 1 ist eine schematische Darstellung eines beispielhaften Situationsbewusstseinssystems, das ein Gatewaysystem und eine Vielzahl von Mobilvorrichtungen beinhaltet, um einem Zielfahrzeug Informationen bereitzustellen, um das Fahrzeug beim autonomen Fahren zu unterstützen.

Fig. 2 ist eine schematische Darstellung eines Beispiels für ein Gatewaysystem.

Fig. 3 ist eine Seitenansicht eines Beispiels für eine der Mobilvorrichtungen.

Fig. 4 ist eine schematische Darstellung einer der in **Fig. 3** gezeigten Mobilvorrichtungen.

Fig. 5 ist eine schematische Darstellung, die **Fig. 1** ähnelt, zudem aber einen Referenzrahmen darstellt.

Fig. 6 ist ein beispielhafter Prozess zum Optimieren einer Bestimmung des Zuweisens von Mobilvorrichtungen zu einem oder mehreren relevanten Objekten.

Fig. 7-8 stellen beispielhafte Matrizen dar, die von dem Gatewaysystem verwendet werden können, um die in **Fig. 6** dargestellte Optimierung zu bestimmen.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

[0026] Auf die Figuren Bezug nehmend, in denen gleiche Bezugszeichen gleiche oder ähnliche Elemente, Merkmale oder Funktionen kennzeichnen, ist

ein Situationsbewusstseins(SB)-System 10 gezeigt, das unter anderem derart konfiguriert sein kann, dass es verdeckte Objekte betreffende Daten an ein Zielfahrzeug 12 bereitstellt; verdeckte Objekte betreffenden Daten dienen dabei dem Betreiben des Fahrzeugs 12 in einem autonomen Modus. Insbesondere kann das System 10 ein Gateway(GW)-System 14 (das z. B. mit einem beliebigen geeigneten Infrastrukturelement 16 gekoppelt ist) und eine Vielzahl von Mobilvorrichtungen 20, 22, 24, 26, 28 umfassen, die dem System 14 Nachverfolgungsdaten (auch als Relevante-Objekte-Daten bezeichnet) bereitstellen (bspw. entsprechen die Relevante-Objekte-Daten einem oder mehreren physikalischen relevanten Objekten 30, 32, 34, wobei sich jedes der relevanten Objekte (bezüglich des Fahrzeugs 12) in einem verdeckten Zustand befindet). Im vorliegenden Zusammenhang handelt es sich bei einem relevanten Objekt um ein jedes physikalisches Objekt, das - falls es vom Zielfahrzeug 12 erkannt wird - das Zielfahrzeug 12 (das in einem autonomen Modus arbeitet) dazu veranlassen würde, zu bestimmen, ob es seine Geschwindigkeit (d. h. seine Geschwindigkeit, Richtung oder eine Kombination daraus) ändern sollte. Zudem bezieht sich ein verdeckter Zustand im vorliegenden Zusammenhang auf ein relevantes Objekt, das aus einer Perspektive eines Sensors an einem Zielfahrzeug (wie bspw. dem Fahrzeug 12) zumindest teilweise verdeckt ist. Typischerweise wird das relevante Objekt 30, 32, 34 (in Bezug auf das Fahrzeug 12) durch ein verdeckendes Objekt verdeckt. **Fig. 1** stellt mehrere nicht einschränkende Beispiele für verdeckende Objekte 36, 38, 40 dar, die jeweils (und zumindest vorübergehend) zwischen dem Fahrzeug 12 und den jeweiligen relevanten Objekten 30, 32, 34 befindlich gezeigt sind.

[0027] Wie nachstehend ausführlich beschrieben, kann das GW-System 14, auf der Grundlage der Relevante-Objekte-Daten, dazu programmiert sein, eine Bestimmung darüber zu optimieren, welche Mobilvorrichtungen 20-28 eindeutig den relevanten Objekten 30-32 zugewiesen werden sollten, wobei die Zuweisung einer Mobilvorrichtung zu einem jeweiligen relevanten Objekt beinhaltet, dass die Mobilvorrichtung eine Ansicht des relevanten Objekts von oben erstellt und dadurch zusätzliche Informationen bezüglich des relevanten Objekts bereitstellt. Dementsprechend kann das System 14 für jedes relevante Objekt 30-32 Relevante-Objekte-Daten (OOI-Daten) über die zugewiesene Mobilvorrichtung empfangen. Einigen Beispielen gemäß kann dies wiederholt erfolgen, bis sich das jeweilige relevante Objekt 30-34 nicht mehr im verdeckten Zustand befindet, bis sich das relevante Objekt 30-34 nicht mehr in einer vorgegebenen Reichweite des Systems 14 befindet, bis die zugewiesene Mobilvorrichtung einen leistungsarmen Zustand erreicht und an eine neu zugewiesene Mobilvorrichtung übergeben werden muss oder bis das relevante Objekt 30-34 aus einem sonstigen geeigne-

ten Grund nicht mehr relevant ist. Dementsprechend kann das System 14 für jedes der relevanten Objekte 30-34 Situationsbewusstseins(SB)-Daten (die Relevante-Objekte-Daten umfassen können) wiederholt drahtlos an das Fahrzeug 12 übertragen, sodass das Fahrzeug 12 diese Informationen verwenden kann, um sich selbst in wünschenswerter Weise zu navigieren. Beispiele für diesen Prozess werden nachstehend, im Anschluss an eine Beschreibung des SB-Systems 10, ausführlicher erläutert.

[0028] Das Zielfahrzeug 12 ist als Personenkraftwagen dargestellt. Dabei könnte es sich bei dem Fahrzeug 12 jedoch auch um jeden anderen geeigneten Fahrzeugtyp handeln, einschließlich eines Lastwagens, einer Geländelimousine (SUV), eines Freizeitfahrzeugs, eines Busses, eines Flugzeugs, eines Wasserfahrzeugs oder dergleichen, das ein System 42 zum autonomen Fahren und einen oder mehrere Sensoren 44 umfasst.

[0029] Das System 42 zum autonomen Fahren kann (eine) beliebige geeignete Rechenvorrichtung(en) umfassen, die Informationen von (einem) Sensoren 44 empfangen und die Bewegung des Fahrzeugs 12 auf einer beispielhaften Fahrbahn 46 auf der Basis solcher Sensorinformationen steuern. So kann das System 42 beispielsweise Hardware und anwendungsspezifischen Code (z. B. Softwareanweisungen) beinhalten, der das Beschleunigen, Bremsen und Lenken des Fahrzeugs 12 steuert. In zumindest einem Beispiel ist das System 42 derart programmiert und konfiguriert, dass es das Fahrzeug 12 zumindest in einem autonomen Modus betreibt und es dabei bspw. ermöglicht, dass das Fahrzeug 12 mit einem gewissen Maß an Benutzerunterstützung (Teilautonomie) oder ohne jede Benutzerunterstützung (Vollautonomie) arbeitet. Im Rahmen dieser Offenbarung können vorgegebene Autonomiemodi (z. B. als Stufen 0-5 definiert) gemäß den Vorgaben der Society of Automotive Engineers (SAE) verwendet werden. Laut Stufen 0-2 überwacht oder steuert ein menschlicher Fahrer beispielsweise die meisten Fahraufgaben, was oft ohne Unterstützung durch das Fahrzeug 12 erfolgt. In Stufe 0 („keine Automatisierung“) ist beispielsweise ein menschlicher Fahrer für sämtliche Fahrzeugoperationen zuständig. In Stufe 1 („Fahrerassistenz“) unterstützt das Fahrzeug 12 manchmal das Lenken, Beschleunigen oder Bremsen, der Fahrer ist aber nach wie vor für die große Mehrheit der Fahrzeugsteuerung zuständig. In Stufe 2 („Teilautomatisierung“) kann das Fahrzeug 12 das Lenken, Beschleunigen und Bremsen unter bestimmten Umständen ohne menschliche Interaktion steuern. In den Stufen 3-5 übernimmt das Fahrzeug 12 mehr fahrbezogene Aufgaben. In Stufe 3 („bedingte Automatisierung“) kann das Fahrzeug 12 das Lenken, Beschleunigen und Bremsen unter bestimmten Umständen bewältigen sowie die Fahrumgebung überwachen. In Stufe 3 kann es jedoch erforderlich sein,

dass der Fahrer gelegentlich eingreift. In Stufe 4 („hoher Automatisierungsgrad“) kann das Fahrzeug **12** die gleichen Aufgaben wie in Stufe 3 bewältigen, ist jedoch nicht darauf angewiesen, dass der Fahrer in bestimmten Fahrmodi eingreift. In Stufe 5 („Vollautomatisierung“) kann das Fahrzeug **12** alle Aufgaben ohne Eingreifen des Fahrers bewältigen.

[0030] Der bzw. die Sensor(en) **44** kann bzw. können beliebige elektronische Hardwarevorrichtungen umfassen, die dazu konfiguriert sind, Informationen bezüglich eines Bereichs in der Nähe und/oder im Umfeld des Fahrzeugs **12** zu empfangen. In einigen Fällen können die Sensoren **44** dazu konfiguriert sein, Informationen bezüglich der Fahrzeugfunktionen zu empfangen, welche das Umfeld des Fahrzeugs betreffen (z. B. eine Spurabweichungswarnfunktion, eine Spurhalteassistentenfunktion, eine Funktion der adaptiven Abstands- und Geschwindigkeitsregelung oder dergleichen). Der oder jeder der Sensor(en) **44** kann direkt oder indirekt mit einer Computervorrichtung gekoppelt sein - u. a. zum Beispiel einer Computervorrichtung des Systems **42** für den autonomen Antrieb. In dieser Weise können Sensordaten von einem der jeweiligen Sensoren **44** an das System **42** für den autonomen Antrieb übertragen (und von diesem verwendet) werden. Nicht einschränkende Beispiele für (einen) Sensoren **44** sind u. a. ein oder mehrere Kamerasensoren (wobei z. B. Tageskameras (z. B. 380-740 Nanometer (nm) gehören) und solche, die in der Lage sind, zumindest einige Infrarotdaten (z. B. 740 nm-40 Mikrometer (µm) zu empfangen), ein oder mehrere LIDAR(Light Detection and Ranging)-Kamerasensoren, ein oder mehrere RADAR(Radio Detection and Ranging)-Kamerasensoren für den Millimeterbereich (mm) und/oder eine oder mehrere Ultraschallkamerasensoren.

[0031] Das Gateway(GW)-System **14** kann beliebige geeignete Elektronik zum Kommunizieren mit dem Fahrzeug **12** und den Mobilvorrichtungen **20-28** und zum Steuern zumindest einiger Betriebsfunktionen der Mobilvorrichtungen **20-28** umfassen. Wie in **Fig. 2** gezeigt, kann das System **14** einen Prozessor **50**, der zum Verarbeiten und/oder Ausführen digitaler Anweisungen programmiert ist, einen Speicher **52** und einen Drahtlossendeempfänger **54** zum Kommunizieren mit den Mobilvorrichtungen **20-28** und dem Fahrzeug **12** umfassen. Beim Prozessor **50** kann es sich um eine jede elektronische Vorrichtung oder Schaltung handeln, die dazu konfiguriert ist, von den Mobilvorrichtungen **20-28** empfangene Relevante-Objekte-Daten zu verarbeiten und die Vorrichtungen **20-28** anzuweisen/zu steuern. Nicht einschränkende Beispiele für den Prozessor **50** sind u. a. ein Mikroprozessor, ein Mikrocontroller oder Controller, eine anwendungsspezifische integrierte Schaltung (ASIC), ein feldprogrammierbares Gate-Array (FPGA), eine oder mehrere elektrische Schaltungen, die diskrete digitale und/oder analoge elektronische Komponenten

umfassen, die zum Durchführen vorgegebener Aufgaben oder Anweisungen usw. angeordnet sind, usw. - um nur einige wenige zu nennen.

[0032] Einige nicht einschränkende Beispiele für Anweisungen, die im Speicher **52** speicherbar und vom Prozessor **50** ausführbar sind, sind u. a.: Empfangen von Relevante-Objekte-Daten von Mobilvorrichtungen **20-28**; Optimieren der Zuweisung von einer Mobilvorrichtung (z. B. einer von 20-28) zu einem relevanten Objekt (z. B. einem von 30-34); Anweisen der zugewiesenen Mobilvorrichtung, in einen Verfolgungsmodus in Bezug auf das jeweilige relevante Objekt einzutreten; Schweben über dem jeweiligen relevanten Objekt im Verfolgungsmodus (siehe z. B. **Fig. 3**) - bspw. innerhalb eines vordefinierten Toleranzbereichs (r) einer vertikalen Achse (Z) des relevanten Objekts (z. B. des relevanten Objekts **30**; und zumindest einer vordefinierten Höhe (h) (z. B. mit einem Wert z_0) über dem relevanten Objekt **30** oder über einer Bodenhöhe **55**); Empfangen von Relevante-Objekte(OOI)-Daten von der zugewiesenen Mobilvorrichtung; Bereitstellen dieser OOI-Daten für das Zielfahrzeug **12**, sodass das Fahrzeug **12**, das in einem autonomen Modus arbeitet, die OOI-Daten zum Ausführen autonomen Fahrens verwenden kann; Verwenden dieser OOI-Daten zum Bestimmen von Situationsbewusstseins(SB)-Daten (z. B. eine Konvertierung der oder Umstellung auf die OOI-Daten), wobei der Prozess ein Bereitstellen der SB-Daten für das Zielfahrzeug **12** beinhaltet, sodass das Zielfahrzeug **12**, das in einem Autonomiemodus arbeitet, die SB-Daten zum Ausführen des autonomen Fahrens verwenden kann. Anstelle dieser Beispiele und/oder zusätzlich dazu können zusätzliche und spezifischere Beispiele für Anweisungen zur Verwendung gebracht werden. Darüber hinaus können diese und andere Anweisungen für eine beliebige Anzahl der Mobilvorrichtungen **20-28** ausgeführt werden, was zumindest teilweise gleichzeitig erfolgen kann (bspw. je nach der Menge der bezüglich des Zielfahrzeugs **12** relevanten Objekte). Weiterhin können diese und andere Anweisungen für mehrere Zielfahrzeuge **12** ausgeführt werden (wenngleich beispielshalber nur ein Zielfahrzeug gezeigt ist).

[0033] Diese Anweisungen und die nachstehend beschriebenen Beispielprozesse stellen lediglich Ausführungsformen dar und sind nicht zur Einschränkung gedacht. In zumindest einem Beispiel führt der Prozessor **50** ein Computerprogrammprodukt aus, das in einem nichttransitorischen computerlesbaren Speichermedium (z. B. dem Speicher **52**) gespeichert ist. Im vorliegenden Zusammenhang ist mit einem Computerprogrammprodukt ein Satz Anweisungen gemeint (bspw. auch als „Software“ oder „Firmware-Code“, ein Algorithmus oder dergleichen bekannt).

[0034] Der Speicher **52** kann ein jedes nichttransitorisches computernutzbare oder -lesbare Medi-

um einschließen, das eine/n oder mehrere Speichervorrichtungen oder -artikel beinhalten kann. Zu beispielhaften nichttransitorischen computernutzbaren Speichervorrichtungen gehören Festkörperspeicher, RAM (Direktzugriffsspeicher), ROM (Festwertspeicher), EPROM (löscherbarer programmierbarer ROM), EEPROM (elektrisch löscherbarer programmierbarer ROM) von herkömmlichen Festplatten wie auch beliebige andere flüchtige oder nichtflüchtige Medien. Nichtflüchtige Medien sind u. a. beispielsweise optische oder magnetische Platten und andere dauerhafte Speicher, und flüchtige Medien können zum Beispiel auch Dynamic Random Access Memory (DRAM) einschließen. Diese Speichervorrichtungen stellen nicht einschränkende Beispiele dar; es gibt z.B. auch andere Formen computerlesbarer Medien, und dazu zählen magnetische Medien, Compact-Disc-ROMs (CD-ROMs), Digital Video Discs (DVDs), andere optische Medien, beliebige geeignete Speicherchips oder -kassetten oder sonstige Medien, die ein Computer auslesen kann. Wie oben erläutert, kann der Speicher **52** ein oder mehrere Computerprogrammprodukte speichern, die als Software, Firmware oder andere durch den Prozessor **50** ausführbare Programmieranweisungen ausführbar sind, darunter die oben angeführten Anweisungsbeispiele.

[0035] Der Drahtlosendeempfänger **54** kann eine jede geeignete Elektronikhardware umfassen, die zum Senden und/oder Empfangen von Drahtlosdaten über eine beliebige geeignete Hochfrequenz (HF) und ein beliebiges geeignetes Protokoll konfiguriert ist. Einem nicht einschränkenden Beispiel gemäß beinhaltet der Sendeempfänger **54** einen oder mehrere drahtlose Chipsätze (nicht gezeigt), z. B. einen Short-Range-Wireless-Communication (SRWC)-Chipsatz, einen Mobilfunk-Chipsatz oder eine Kombination daraus. Somit kann der Sendeempfänger **54** verwenden: Mobilfunktechnologie (z. B. LTE, GSM, CDMA und/oder andere Mobilfunkkommunikationsprotokolle), Nahbereichsdrahtloskommunikationstechnologie (z. B. Dedicated Short Range Communication (DSRC), Protokoll der Digital Living Network Alliance (DLNA), Wi-Fi, Wi-Fi Direct, Bluetooth, Bluetooth Low Energy (BLE) und/oder andere Nahbereichsdrahtloskommunikationsprotokolle) oder eine Kombination daraus, und/oder einen Bestandteil eines beliebigen geeigneten vermaschten Netzes bilden. Dementsprechend kann der Sendeempfänger **54** so genannte Fahrzeug-Fahrzeug (V2V) - und Verkehrsvernetzungs (V2X)-Kommunikationen betreiben. Der Sendeempfänger **54** ist typischerweise elektronisch mit dem Prozessor **50** gekoppelt und nimmt Übertragungen gemäß einer Anweisung vom Prozessor **50** vor; in ähnlicher Weise kann der Sendeempfänger **54** drahtlos Daten empfangen und die Daten dem Prozessor **50** bereitstellen, der letztendlich bestimmen kann, wie die Daten zu verwenden sind.

[0036] In zumindest einigen Beispielen kann das GW-System **14** andere Vorrichtungen (nicht gezeigt) umfassen. So kann das GW-System **14** zum Beispiel beliebige zusätzliche Vorrichtungen umfassen, wie zum Beispiel: einen Kamerasensor, einen LIDAR-Sensor, einen Millimeterbereich-Radarsensor, andere Sensoren und/oder andere Kommunikationsvorrichtungen (darunter bspw. solche, die Signal- und Zeitphasen (SPAT)-Daten, Positionsbestimmungs- oder andere Kartendaten, Fahrzeug-Ad-Hoc-Netzwerk (VANET)-Daten, Daten bezüglich feststehender Gefahrenquellen auf der Straße **46**, offizielle Fahrzeugdaten (z. B. Polizei- und Feuerwehrfahrzeugdaten) oder dergleichen übermitteln (bspw. an alle Fahrzeuge).

[0037] Fig. 2 veranschaulicht zudem, dass das GW-System **14** auch mit einem terrestrischen Kommunikationsnetz **56** kommunikativ und/oder einem drahtlosen Kommunikationsnetz **58** gekoppelt sein kann. Das terrestrische Kommunikationsnetz **56** kann zum Beispiel eine Konnektivität (des GW-Systems **14**) mit einem öffentlichen Fernsprechwahlnetz (PSTN) ermöglichen, wie bspw. dem, das zum Bereitstellen festverdrahteter Telefonie, paketvermittelter Datenkommunikation, Internetinfrastruktur und dergleichen verwendet wird. Das drahtlose Kommunikationsnetz **58** kann die Konnektivität (des GW-Systems **14**) mit einem jedem geeigneten Netz mit kurzer und/oder großer Reichweite ermöglichen. Somit beinhaltet das drahtlose Kommunikationsnetzwerk **58** in zumindest einem Beispiel eine beliebige geeignete Mobilfunkinfrastruktur, die eNodeBs, bedienende Gateways, Basisstation-Sendeempfänger und dergleichen beinhalten könnte. Ferner kann das Netzwerk **58** eine beliebige geeignete bestehende oder künftige Mobilfunktechnologie verwenden (z. B. einschließlich LTE, CDMA, GSM etc.). Das terrestrische und das drahtlose Kommunikationsnetzwerk **56**, **58** können kommunikativ miteinander und einem weiteren geeigneten öffentlichen und/oder privaten Netz (nicht gezeigt) gekoppelt sein.

[0038] Erneut auf Fig. 1 Bezug nehmend, kann es sich bei dem Infrastrukturelement **16** um eine jede feste Struktur handeln, die den Betrieb oder die Nutzung der Straße **46** (oder eines Weges **60**) erleichtert und/oder die die Straße **46**, den Weg **60** und/oder menschliche Benutzer davon unterstützt oder schützt. In der Darstellung ist das Infrastrukturelement **16** als Straßenlaternenanordnung dargestellt; dies ist jedoch nur ein Beispiel. Andere nicht einschränkende Beispiele für das Infrastrukturelement **16** sind u. a.: eine Verkehrsregelungsanordnung (z. B. Beschilderung oder Ampel), eine Brücke, ein Tor, eine andere Straßenbeschilderung, ein Gebäude, eine Eisenbahn- oder U-Bahn-Architektur oder dergleichen. In zumindest einem Beispiel kann das GW-System **14** an einer erhöhten Stelle (z. B. sogenannte „Vogelperspektive“) (z. B. **15-20** Fuß hoch) an dem

Infrastrukturelement **16** befestigt sein, wodurch es z. B. eine Sichtverbindung (Line of Sight - LOS) in Bezug auf den Fahrzeugverkehr auf der Straße **46** und/oder den Fußgängerverkehr auf dem Weg **60** hat.

[0039] An dieser Stelle wird auf die Mobilvorrichtungen **20-28** Bezug genommen; gemäß einem Beispiel kann jede der Mobilvorrichtungen **20-28** identisch sein. Daher wird nur eine der Vorrichtungen (Vorrichtung **20**) im Detail beschrieben; es versteht sich jedoch, dass in anderen Beispielen andere Konfigurationen, Anordnungen und Arten von Mobilvorrichtungen verwendet werden können. Siehe **Fig. 1** und **Fig. 4**.

[0040] Eine Mobilvorrichtung ist im vorliegenden Zusammenhang eine elektronische Beobachtungsplattform, die zu Folgendem konfiguriert ist: Empfangen von Positions- und Kursinformationen bezüglich relevanter Objekte **30-34** über einen oder mehrere fahrzeugeigene Sensoren und Bereitstellen dieser Informationen als Relevante-Objekte-Daten an das Gateway(GW)-System **14**; und Ausführen eines Verfolgungsmodus nach Anweisung durch das Gatewaysystem **14**. Wie in **Fig. 4** gezeigt, ist ein nicht einschränkendes Beispiel für die Mobilvorrichtung **20** ein unbemanntes Luftfahrzeug (UAV) (auch als „Drohne“ bezeichnet), umfassend einen Computer **70**, einen oder mehrere Sensoren **72** (z. B. einen Kamerasensor, einen LIDAR-Sensor, einen anderen Sensor oder eine Kombination daraus), ein Antriebssystem **74**, einen Drahtlossendeempfänger **76** und eine wiederaufladbare Leistungsquelle **78**, die mit jedem von dem Computer **70**, dem bzw. den Sensoren **72**, dem Antriebssystem **74** und dem Sendeempfänger **76** gekoppelt sind, um diesen Leistung bereitzustellen.

[0041] Der Computer **70** kann einen beliebigen geeigneten Prozessor, Speicher und dergleichen umfassen, und der Prozessor des Computers **70** kann zu Folgendem programmiert sein: Steuern des Antriebssystems **74**, wodurch die Geschwindigkeit und Bewegung der Mobilvorrichtung **20** gesteuert werden (z. B. die Drohne fliegen lassen); Empfangen von Sensordaten von (einem) Sensoren **72**; Bestimmen ihrer Position in Bezug auf ihr Umfeld und andere Objekte in dem Umfeld, bspw. Bestimmung ihrer Lage; Kommunizieren mit dem GW-System **14** (einschließlich Kommunizieren von Relevante-Objekte-Daten an dieses, wobei die Relevante-Objekte-Daten aus den Sensordaten abgeleitet werden können); Ausführen von Anweisungen, die vom GW-System **14** vorgegeben werden, einschließlich des Eintretens in einen Verfolgungsmodus, um einem relevanten Objekt zu folgen (z. B. durch Schweben darüber); Bestimmen eines leistungsarmen Zustands (z. B. der Leistungsquelle **78**); Zurückkehren zu einer Ladestation **80** (wie bspw. in **Fig. 1** gezeigt); und Anzeigen an das GW-System **14** von dessen Verfügbarkeitszustand (z. B.

„verfügbar“ oder „nicht verfügbar“) unter anderen Programmieranweisungen.

[0042] Gemäß zumindest einem Beispiel kann der Computer **70** einen dreidimensionalen Rahmen (3D-Rahmen) der Mobilvorrichtung **20** bestimmen und ihre Position innerhalb dieses Referenzrahmens bestimmen. Einem Beispiel gemäß kann das GW-System **14** ein Ursprung des Referenzrahmens sein; dies ist jedoch nur ein Beispiel. **Fig. 5** stellt ein Beispiel für einen Teil eines Referenzrahmens **90** dar, wobei sich das GW-System **14** dem Beispiel gemäß an einem Ursprung **92** (0, 0, 0) befindet und sich die Mobilvorrichtung **20** an einer beispielhaften Position (-18,8 Einheiten, -14,7 Einheiten, 0 Einheiten) befindet. Das Bestimmen und Verwenden dieses Referenzrahmens kann das Verwenden anderer sogenannter intelligenter Infrastrukturknoten (z. B. drahtloser Knoten), sogenannter intelligenter Fahrzeuge und dergleichen beinhalten.

[0043] Der bzw. die Sensor(en) **72** und der Drahtlossendeempfänger **76** können dem bzw. den Sensoren **44** und Sendeempfänger **54** (jeweils weiter oben beschrieben) ähneln und/oder ähnlich wie sie funktionieren, selbstverständlich mit der Ausnahme, dass diese Elektronik Elemente stattdessen einen Bestandteil der Hardwareplattform der Mobilvorrichtung **20** bilden. Somit können die Sensoren **72** dem Computer **70** Daten bereitstellen, und der Sendeempfänger **76** kann die Kommunikation zumindest zwischen der Mobilvorrichtung **20** und dem GW-System **14** ermöglichen; so kann der Computer **70** bspw. steuern, welche Relevante-Objekte-Daten an das GW-System **14** gesendet werden sollen (z. B. zumindest teilweise beruhend auf Anweisungen von dem System **14** und/oder zumindest teilweise beruhend auf Sensordaten, die über (einen) Sensoren **72** empfangen werden.) Aus diesem Grund werden der bzw. die Sensor(en) **44** und der Sendeempfänger **54** hier nicht im Detail beschrieben.

[0044] In zumindest einigen Beispielen kann bzw. können der bzw. die Sensor(en) **72** durch den Computer **70** verwendet werden, um einen Reichweitenwert (bspw. in Bezug auf das GW-System **14**) zu bestimmen. In dieser Weise kann die Mobilvorrichtung **20** innerhalb einer vorgegebenen Reichweite (z. B. innerhalb eines vorgegebenen Radius) des GW-Systems **14** bleiben. In einem Beispiel handelt es sich bei dieser vorgegebenen Reichweite um eine Sichtverbindungs(LOS)-Reichweite; die Reichweite kann bspw. anhand einer Received Signal Strength Indication (RSSI), von Laufzeit(ToF)-Daten, Eintreffwinkel(AoA)-Daten und/oder dergleichen bestimmt werden. Wie nachstehend beschrieben, kann die Mobilvorrichtung **20** einen Reichweitenwert bestimmen und diesen mit einem vorgegebenen Schwellenbereich vergleichen; wenn der Reichweitenwert den Schwellenbereich überschreitet, kann die Mobilvor-

richtung **20** einen Verfolgungsmodus eines relevanten Objekts beenden.

[0045] Das Antriebssystem **74** kann einen Motor und ein Schubsystem umfassen (davon ist keines gezeigt). Das Antriebssystem **74** kann beispielsweise beliebige geeignete Steuerungen (z. B. Rollen, Nicken, Gieren, Drosseln usw.) umfassen, sodass sich die Mobilvorrichtung **20** in eine Aufwärtsrichtung, in eine Abwärtsrichtung, in eine Vorwärtsrichtung, in eine Rückwärtsrichtung, in eine Steuerbordrichtung, in eine Backbordrichtung oder in eine Richtung bewegen kann, die eine beliebige Kombination aus Richtungen in geeigneter Weise kombiniert. In zumindest einem Beispiel kann das System **74** ein elektrischer Antrieb sein, in dem fachbekannte Hardware zur Verwendung kommt.

[0046] Die Leistungsquelle **78** kann eine elektrische Batterie mit beliebiger geeigneter Zusammensetzung sein. Die Quelle **78** kann aufladbar sein, bspw. mittels Aufladen mit Kontakten oder ohne Kontakte. In zumindest einem Beispiel kann die Mobilvorrichtung **20** auf der Ladestation **80** landen, und basierend auf der Landung in einem vorgegebenen Bereich (auf der Station **80**) kann die Leistungsquelle **78** der Mobilvorrichtung **20** elektrische Ladung per Induktion erhalten. Wenn die Leistungsquelle **78** einen unter einem Schwellenwert liegenden Betrag an Leistung speichert, kann der Computer **70** bestimmen, dass ein verfügbarer Zustand der Mobilvorrichtung **20** „nicht verfügbar“ ist. Wenn die Leistungsquelle **78** im Gegensatz dazu, in zumindest einigen Beispielen, einen Betrag an Leistung speichert, der über oder auf dem Schwellenwert liegt, kann der Computer **70** bestimmen, dass der verfügbare Zustand der Mobilvorrichtung **20** „verfügbar“ ist.

[0047] Um erneut auf **Fig. 1** Bezug zu nehmen, zeigt die Darstellung zudem nicht einschränkende Beispiele für verdeckende Objekte (z. B. **36**, **38**, **40**). Beispielsweise ist eine Wand oder Barriere (verdeckendes Objekt **36**) gezeigt (die bspw. zwischen dem Sensor **44** des Zielfahrzeugs **12** und dem relevanten Objekt **30** (bspw. einem Fußgänger, der sich der Straße **46** nähert) positioniert ist). Zudem ist beispielsweise ein Fahrzeug (verdeckendes Objekt **38**) gezeigt (das bspw. zwischen dem Sensor **44** und dem relevanten Objekt **32** (bspw. einem Fußgänger, der die Straße **46** überquert) positioniert ist). Zudem ist beispielsweise ein Baum (verdeckendes Objekt **40**) gezeigt (der bspw. zwischen dem Sensor **44** und dem relevanten Objekt **34** (bspw. einem sich der Straße **46** nähernden Fahrradfahrer) positioniert ist).

[0048] An dieser Stelle wird auf **Fig. 6** Bezug genommen, in der ein Prozess **600** dargestellt ist, wobei z. B. gezeigt ist, wie eine Vielzahl (M) von Mobilvorrichtungen optimal eingesetzt werden kann, um eine Vielzahl (N') relevanter Objekte zu beobachten, die

durch eine beliebige geeignete Menge verdeckender Objekte aus Sicht des Sensors bzw. der Sensoren **44** (des Zielfahrzeugs **12**) verdeckt sind. Zur Erläuterung des Prozesses **600** kann sich die Menge M auf die Mobilvorrichtungen **20-28** beziehen, die Menge N' der relevanten Objekte (zu einem momentanen Zeitpunkt t) kann sich auf die relevanten Objekte **30-34** beziehen, und bei den verdeckenden Objekten kann es sich um die verdeckenden Objekte **36-40** handeln. In der folgenden Erläuterung bestimmt das GW-System **14** einen optimalen Einsatz von Mobilvorrichtungen bezüglich eines Fahrzeugs (d. h. Zielfahrzeugs **12**), z. B. Minimierung der Einsatzzeit von Mobilvorrichtungen und dadurch Schonung von Mobilvorrichtungsressourcen und Bereitstellen von mehr aktuellen Informationen an das GW-System **14** und folglich mehr aktuellen Informationen an das Fahrzeug **12**. Die nachstehende Beschreibung erfolgt im Kontext eines Zielfahrzeugs **12**, doch versteht es sich, dass das GW-System **14** ähnliche oder identische Anweisungen und/oder Operationen für zusätzliche Zielfahrzeuge direkt nacheinander und/oder zumindest teilweise mit dem unten bzgl. Fahrzeug **12** beschriebenen Prozess ausführen kann.

[0049] Ferner werden in zumindest einem Beispiel verschiedene Mobilvorrichtungen für jedes zusätzliche Fahrzeug eingesetzt; dies ist allerdings nicht erforderlich. Zum Beispiel können einige verdeckende Objekte die Sichtverbindung (LOS) für mehrere Zielfahrzeuge blockieren, und der Prozess **600** kann so angewendet werden, dass eine oder mehrere Mobilvorrichtungen gemeinsam einem relevanten Objekt für mehrere Zielfahrzeuge zugewiesen werden.

[0050] Somit, in Bezug auf das Zielfahrzeug **12**, kann der Prozess **600** mit Block **605** beginnen, bei dem die Mobilvorrichtungen **20-28** eine beliebige geeignete Drahtloskommunikationsverknüpfung mit dem GW-System **14** herstellen können. Für die Verknüpfung kann Dedicated Short-Range Communication (DSRC), Wi-Fi oder eine sonstige geeignete Technologie genutzt werden.

[0051] Darauf kann Block **610** folgen. Bei Block **610** können die Mobilvorrichtungen **20-28** ein beliebiges geeignetes Positionsbestimmungsschema ausführen. In dieser Weise können die Mobilvorrichtungen **20-28** in der Lage sein, ihre jeweiligen Positionen, z. B. bezüglich des GW-Systems **14** und/oder Zielfahrzeugs **12**, zu identifizieren. Dies ist zwar nicht erforderlich, doch kann die Mobilvorrichtungspositionsbestimmung eine Kommunikation mit dem GW-System **14** beinhalten.

[0052] Wie vorstehend erläutert, zeigt **Fig. 5** eine Draufsicht auf eine 3D-Karte, die von den Mobilvorrichtungen **20-28** verwendet werden kann, wobei das GW-System **14** den Ursprung **92** bildet; dies ist jedoch nur ein Beispiel. In zumindest einigen Beispielen

len kann die Positionsbestimmung ein Speichern von Positionsbestimmungsdaten in einem Festspeicher, Flash-Speicher oder anderen Langzeitspeicher (z. B. des GW-Systems **14** und/oder der Mobilvorrichtungen **20-28**) beinhalten, wobei die Positionsbestimmungsdaten feststehende Merkmale im lokalen Umfeld identifizieren können (wie z. B. ein Infrastrukturelement **16**, die Straße **46**, den Weg **60**, die Wand **36**, den Baum **40** und dergleichen). Ferner können solche feststehenden Merkmale von den Mobilvorrichtungen **20-28** zum Ausführen einer Positionsbestimmung bei Block **610** oder zum Ausführen einer Positionsbestimmung zu einem beliebigen anderen geeigneten Zeitpunkt im Laufe des Prozesses **600** verwendet werden.

[0053] Block **620** kann auf Block **610** folgen. Bei Block **620** kann der Prozessor **50** des GW-Systems **14** N^t relevante Objekte **30-34** zu einem momentanen Zeitpunkt t identifizieren. Der Zeitpunkt t kann eine Istzeit oder eine beliebige andere geeignete Zeit sein, die unter Verwendung eines geeigneten Zeitgebers des GW-Systems **14** bestimmt wird.

[0054] Block **620** kann beinhalten, dass der Prozessor **50** zwei- und/oder dreidimensionale verdeckte Bereiche **94, 96, 98** (siehe **Fig. 1**) bezüglich des Sensors **44** des Zielfahrzeugs **12** berechnet. Konkret kann es sich bei diesen Bereichen **94-98** um eine volumetrische Darstellung des dreidimensionalen Raums handeln, der aufgrund der jeweiligen verdeckten Objekte **36-40** von dem bzw. den Sensor(en) **44** nicht adäquat beobachtet werden kann. Ferner kann jeder dieser Bereiche **94-98** zumindest teilweise ein relevantes Objekt beinhalten (bspw., mit dem Beispiel von **Fig. 1**, fortsetzend, kann die Menge N^t „3 relevante Objekte“ sein, z. B. die Objekte **30-34**). In zumindest einigen Beispielen sind diese Bereiche **94-98** dynamisch; d. h., sie ändern sich in Größe, Form und Relevanz, und zwar sowohl, weil sich das Fahrzeug **12** möglicherweise bewegt, als auch, weil sich die relevanten Objekte **30-34** möglicherweise bewegen.

[0055] Bei Block **625**, der folgt, kann der Prozessor **50** (GW-System **14**) bestimmen, ob die Menge M an Mobilvorrichtungen **20-28** größer als die Menge N^t der relevanten Objekte **30-34** ist. Wenn die Menge M die Menge N^t nicht überschreitet, kann der Prozess **600** zu Block **630** übergehen. Ist M jedoch größer als N^t , kann der Prozess **600** zu Block **635** übergehen.

[0056] Bei Block **630** kann der Prozessor **50** einen beliebigen geeigneten Teilsatz relevanter Objekte identifizieren, sodass $M > N^t$, und die Menge der Teilsätze N^t zuweisen. In manchen Fällen kann dies ein Zuweisen eines Risikoprioritätswerts zu jedem der relevanten Objekte N^t und ein Verwenden nur derjenigen relevanten Objekte im Prozess **600** (im Teilsatz) mit dem höchsten Risiko einer Kollisi-

on, einer Verletzung von Menschen oder Eigentum oder dergleichen beinhalten. Im Anschluss an Block **630** kann der Prozess **600** auch zu Block **635** übergehen. Alternativ, wenn $M \leq N^t$, könnte der Prozess **600** Block **630** überspringen und enden.

[0057] Bei Block **635** kann der Prozessor **50** Indexwerte für eine Matrix X^t bestimmen. Die Matrix X^t kann M Mobilvorrichtungen und N^t relevante Objekte umfassen - bspw. $N^t \times M$. In den folgenden Beispielberechnungen können relevante Objekte N^t mit „i“ indiziert sein und Mobilvorrichtungen M mit „j“ indiziert sein. Somit kann ein jedes der Matrixelemente **100**

mathematisch durch $X^t_{i,j}$ wiedergegeben sein (siehe **Fig. 7-8**).

[0058] In **Fig. 7** wird das oben angeführte Beispiel fortgesetzt; dabei wird bspw. eine Beispielmatrix X^t mit fünfzehn Elementen **100** gezeigt, wobei $i = 3$ und $j = 5$; dies ist jedoch nur ein Beispiel. Unabhängig von der Größe der Matrix kann jedes Element **100** der Matrix X^t einen binären Wert aufweisen; bspw. kann jedes Element **100** einen Wert von Null („0“) oder von Eins („1“) speichern. Gemäß einem Beispiel bedeutet ein Element mit einem Wert von „1“, dass die damit in Verbindung stehende Mobilvorrichtung (die Vorrichtung mit dem entsprechenden Index j) dem jeweiligen relevanten Objekt (dem Objekt mit dem entsprechenden i) zugewiesen ist. Wie weiter unten erläutert, tritt die Mobilvorrichtung in einen Verfolgungsmodus ein (und kann z. B. über dem Objekt schweben), sobald die Mobilvorrichtung einem relevanten Objekt zugewiesen ist, und stellt dem GW-System **14** Relevante-Objekte-Daten bereit. In Fortsetzung des Binaritätsbeispiels bedeutet ein Element mit dem Wert „0“, dass die damit in Verbindung stehende Mobilvorrichtung dem jeweiligen relevanten Objekt nicht zugewiesen ist.

[0059] **Fig. 8** zeigt veranschaulichende Werte der Matrix X^t , welche Mobilvorrichtungen welchen relevanten Objekten zugewiesen sind und welche Mobilvorrichtung(en) keinem relevanten Objekt zugewiesen sind. Es sei beispielsweise angenommen, dass die Mobilvorrichtungen **20, 22, 24, 26, 28** mathematisch als Mobilvorrichtungsindizes $j = 1, 2, 3, 4$ bzw. 5 identifiziert werden. Dem ähnlich wird angenommen, dass die relevanten Objekte **30, 32, 34** mathematisch als Relevante-Objekte-Indizes $i = 1, 2$ bzw. 3 identifiziert werden. Gemäß diesem Matrixbeispiel (vergleiche **Fig. 1** und **Fig. 8**) hat der Prozessor **50** des GW-Systems **14** die Mobilvorrichtung **20**

dem relevanten Objekt **30** ($X^t_{1,1} = "1"$) zugewiesen, hat der Prozessor **50** die Mobilvorrichtung **22** dem

relevanten Objekt **32** zugewiesen ($X^t_{2,2} = "1"$), hat der Prozessor **50** die Mobilvorrichtung **24** dem re-

levanten Objekt **34** zugewiesen ($X_{3,3}^t = "1"$) und hat der Prozessor **50** die Mobilvorrichtung **26** oder die Mobilvorrichtung **28** keinem relevanten Objekt ($X_{1,4}^t = X_{2,4}^t = X_{3,4}^t = "0"$) und ($X_{1,5}^t = X_{2,5}^t = X_{3,5}^t = "0"$) und ($X_{1,5}^t = X_{2,5}^t = X_{3,5}^t = "0"$) zugewiesen. Es sei darauf hingewiesen, dass es sein kann, dass diese Werte von „0“ und „1“ in dieser Phase des Prozesses noch nicht bestimmt worden sind. So wird in **Fig. 8** lediglich ein Beispiel dafür betrachtet, wie das GW-System **14** einen Status der Mobilvorrichtungen **20-28** in Bezug auf die relevanten Objekte **30-34** zuweisen und beibehalten kann.

[0060] Um erneut auf **Fig. 6** Bezug zu nehmen, folgt Block **640** der Indizierung bei Block **635**. Bei Block **640** kann der Prozessor **50** (des GW-Systems **14**) eine Zuweisungsoptimierung bestimmen; d. h., der Prozessor **50** kann bestimmen, welche der Mobilvorrichtungen **20-28** relevanten Objekten **30-34** zugewiesen werden sollten, wobei die Zuweisung eine Einzelzuweisung ist. Anders ausgedrückt, kann der Prozessor **50** selektiv bestimmen, welche Mobilvorrichtung eindeutig und optimal jedem relevanten Objekt zugewiesen werden sollte.

[0061] Der Prozessor **50** kann diese Optimierung unter Verwendung eines oder mehrerer Optimierungsfaktoren ausführen. Im vorliegenden Zusammenhang ist ein Optimierungsfaktor ein mathematischer Ausdruck einer Kostenfunktion (bspw. kann eine Kostenfunktion auch als Verlustfunktion bezeichnet werden). Nicht einschränkende Beispiele für Optimierungsfaktoren sind u. a.: ein Optimalabstandsfaktor (anhand dessen bspw. eine Vielzahl von Abständen zwischen den Mobilvorrichtungen **20-28** und den jeweiligen relevanten Objekten **30-34** in die Berechnung eingeht), ein Optimalleistungsfaktor (anhand dessen bspw. eine Vielzahl von Leistungspegeln der Mobilvorrichtungen **20-28** in die Berechnung eingeht) und ein Optimalverfügbarkeitsfaktor (anhand dessen bspw. eine Vielzahl von Verfügbarkeitszuständen der Mobilvorrichtungen **20-28** in die Berechnung eingeht).

[0062] Gemäß einem Beispiel von Block **640** führt der Prozessor **50** unter anderem eine Kostenfunktion aus, die mit der Gleichung (1) identisch oder ihr ähnlich ist.

$\hat{X}^t = \arg \min \left\{ \sum_{i=1}^{N^t} \sum_{j=1}^M X_{i,j}^t C_{i,j}^t \right\}$, vorausgesetzt :

$$\sum_{i=1}^{N^t} X_{i,j}^t \leq 1 \quad \forall j$$

und

$$\sum_{j=1}^M X_{i,j}^t = 1 \quad \forall i$$

Gleichung (1)

[0063] Bezüglich Gleichung (1) steht X^t für eine optimale Schätzung der Matrix X^t , bezieht die Sum-

mierung $\sum_{i=1}^{N^t}$ alle indizierten relevanten Objekte (z. B. 30-34) in die Berechnung ein, bezieht die Sum-

mierung $\sum_{j=1}^M$ alle indizierten Mobilvorrichtungen (z.

B. 20-28) ein, kennzeichnet $X_{i,j}^t$ die vorstehend be-

schriebene Zuweisungsmatrix und steht $C_{i,j}^t$ für den Kostenwert eines i^{th} , j^{th} Zuweisungselements einer Kostenmatrix der Größe $N^t \times M$ zu einem Zeitpunkt.

Wie weiter oben besprochen, kann $X_{i,j}^t$ eine Null („0“) oder eine Eins („1“) sein.

[0064] In zumindest einem Beispiel wird ein Optimierungsfaktor verwendet (der einen Optimalabstandsfaktor umfasst). Beispielsweise kann der Prozessor **50** bei Block **640** eine Optimierung bestimmen, indem $C_{i,j}^t$, gezeigt in Gleichung (1), mit $C_{i,j}^t$, gezeigt in Gleichung (2), ersetzt wird.

$$C_{i,j}^t = \left\| p_j^t - \left(q_i^t + [0, 0, z_0] \right) \right\|_{l_2}$$

Gleichung (2)

[0065] Bezugnehmend auf Gleichung (2), steht

p_j^t für einen dreidimensionalen Vektor, der als $[x_j, y_j, z_j]$ wiedergegeben werden kann, wodurch eine 3D-Position einer j^{th} Mobilvorrichtung zur Zeit t dargestellt wird, steht q_i^t für einen 3D-Vektor, der als $[x_i, y_i, 0]$ wiedergegeben werden kann, wodurch eine 2D-Position eines i^{th} relevanten Objekts zur Zeit t dargestellt wird, und steht $\| \alpha \|_{l_2}$ für L2-Norm, definiert für einen Vektor α als $\sum_{d=1}^F \alpha_d^2$, wobei F eine Menge an Skalarelementen α_d ist. Somit kann anhand von Gleichung (2) eine Optimierung auf der Basis relativer Positionen der Mobilvorrichtungen **20-28** und relevanten Objekte **30-34** bestimmt werden. Ferner handelt es sich beim Darstellen einer 2D-Position eines i^{th} relevanten Objekts lediglich um ein Beispiel; somit kann in anderen Beispielen stattdessen eine 3D-Position eines i^{th} relevanten Objekts verwendet werden. Darüber hinaus kann in anderen Beispielen eine L1-Norm anstelle einer L2-Norm verwendet werden.

[0066] Gemäß einem anderen Beispiel von Block **640** kann ein anderer Optimierungsfaktor (der einen Optimalleistungsfaktor umfasst) verwendet werden. In diesem Beispiel gehen, bei Block **640** (der folgt), sowohl der Optimalabstandsfaktor als auch ein Optimalleistungsfaktor in die Berechnung ein; dies ist jedoch nur ein Beispiel (bspw. kann der Optimalleistungsfaktor ohne den Optimalabstandsfaktor und/oder mit anderen verschiedenen Faktoren verwendet werden). In dem Beispiel ist ein anderer Ersatz für

$C_{i,j}^t$ in Gleichung (3) gezeigt, worin $C_{i,j}^t$ sowohl Entfernungen als auch Leistungspegel einbezieht; dies ist jedoch nur ein Beispiel.

$$C_{i,j}^t = (1 - \lambda_\beta) \frac{1}{E} \|p_j^t - (q_i^t + [0, 0, z_0])\|_{l_2} + \lambda_\beta (1 - B_j^t) \quad \text{Gleichung (3)}$$

[0067] Nur der Kürze halber werden Elemente von Gleichung (3), die auch in Gleichung (2) gezeigt sind, nicht noch einmal erläutert. Gemäß dem in Gleichung (3) gezeigten Beispiel steht E für eine vorgegebene Konstante, die verwendet werden kann, um einen Abstandsfehler so zu normalisieren, dass er einem maximal möglichen Abstand von Einselement oder eins („1“) entspricht; steht λ_β für einen vorgegebenen skalaren Gewichtungswert, der konfigurierbar ist (z. B. 0-

1); und steht B_j^t für einen Wert (z. B. 0-1), der eine lineare Darstellung einer Batteriehaltbarkeit der Leistungsquelle **78** (der j^{th} Mobilvorrichtung zur Zeit t, wobei ein Wert von „1“ eine volle Ladung darstellt und ein Wert von „0“ keine Ladung darstellt) ist.

[0068] In Gleichung (3) dient die Gewichtung λ_β dem Abwägen für einen Kompromiss zwischen dem Optimalabstandsfaktor und dem Optimalleistungsfaktor. Wenn der Wert der Gewichtung λ_β „1“ beträgt, dann ist der erste Term in Gleichung (3) dementsprechend Null und die Optimierung wird durch den Optimalleistungsfaktor geführt. Wenn, dem ähnlich, der Wert der Gewichtung λ_β „0“ beträgt, dann ist der zweite Term in Gleichung (3) Null und die Optimierung wird durch den Optimalabstandsfaktor geführt. Darüber hinaus gewichten alle Werte zwischen 0 und 1 die Optimierung mehr in Richtung des Optimalabstandsfaktors und weniger in Richtung des Optimalleistungsfaktors, oder umgekehrt.

[0069] Gemäß einem anderen Beispiel von Block **640** kann ein anderer Optimierungsfaktor (der einen Optimalverfügbarkeitsfaktor umfasst) verwendet werden; siehe Gleichung (4) unten. In diesem Beispiel gehen, bei Block **640** (der folgt), jeder von dem Optimalabstands-, dem Optimalleistungs- und dem Optimalverfügbarkeitsfaktor in die Berechnung ein; dies ist (wie oben erläutert) jedoch nur ein Beispiel. Beispielsweise kann ein jeder der Optimierungsfaktoren einzeln oder zusammen miteinander und/oder mit an-

deren Faktoren verwendet werden, die nicht gezeigt, aber in Erwägung gezogen werden.

$$C_{i,j}^t = (1 - \lambda_j^t)(1 - \lambda_\beta) \frac{1}{E} \|p_j^t - (q_i^t + [0, 0, z_0])\|_{l_2} + \lambda_\beta (1 - B_j^t) * (1 - \lambda_j^t) + \lambda_j^t \quad \text{Gleichung (4)}$$

[0070] Nur der Kürze halber werden Elemente von Gleichung (4), die auch in den Gleichungen (2) und (3) gezeigt sind, nicht noch einmal erläutert. Gemäß

dem in Gleichung (4) gezeigten Beispiel steht λ_j^t für einen anderen vorgegebenen skalaren Gewichtungswert, der konfigurierbar ist (z. B. 0-1). Die Gewich-

tung λ_j^t dient dem Abwägen für einen Kompromiss zwischen dem Optimalabstandsfaktor, dem Optimalleistungsfaktor und dem Optimalverfügbarkeitsfaktor.

Wenn der Wert der Gewichtung λ_j^t „1“ beträgt, dann sind der erste und zweite Term in Gleichung (4) dementsprechend Null und die Optimierung wird gänzlich durch den Optimalverfügbarkeitsfaktor geführt.

Wenn zudem der Wert der Gewichtung λ_j^t „0“ beträgt, dann sind der zweite und dritte Term in Gleichung (4) Null und die Optimierung wird durch den Optimalabstandsfaktor und den Optimalleistungsfaktor geführt. Darüber hinaus gewichten alle Werte zwischen 0 und 1 die Optimierung mehr in Richtung des Optimalabstands- und -leistungsfaktors und weniger in Richtung des Optimalverfügbarkeitsfaktors, oder umgekehrt.

[0071] Um mit dem veranschaulichten Beispiel von Fig. 1 fortzufahren, kann das GW-System **14**, bei Block **640**, die Mobilvorrichtung **20** dem relevanten Objekt **30**, die Mobilvorrichtung **22** dem relevanten Objekt **32** und die Mobilvorrichtung **24** dem relevanten Objekt **34** zuweisen. Die Mobilvorrichtungen **26-28** werden für diese vorliegende Situation möglicherweise als nicht optimal erachtet. Zudem kann es sein, dass die Mobilvorrichtung **28** in zumindest einem Beispiel ungeeignet ist, da sie sich in einem nicht verfügbaren Zustand befindet, bspw., weil sie an der Ladestation **80** aufgeladen wird.

[0072] In Fig. 6 folgt Block **645** auf Block **640**. Bei Block **645** kann das GW-System **14** mindestens eine Mobilvorrichtung anweisen, in einen Verfolgungsmodus einzutreten und über den identifizierten relevanten Objekten zu schweben. Da bei Block **625** die Menge der Mobilvorrichtungen die relevanten Objekte überschritten hat, wird bei Block **645** selbstverständlich mindestens eine Mobilvorrichtung nicht verwendet. Um mit dem vorliegenden Beispiel fortzufahren, kann die Mobilvorrichtung **20** dazu angewiesen werden, in den Verfolgungsmodus in Bezug auf das relevante Objekt **30** einzutreten, kann die Mobilvorrichtung **22** dazu angewiesen werden, in den Verfol-

gungsmodus in Bezug auf das relevante Objekt **32** einzutreten, und kann die Mobilvorrichtung **24** dazu angewiesen werden, in den Verfolgungsmodus in Bezug auf das relevante Objekt **34** einzutreten.

[0073] Im Anschluss an Block **645** können die Mobilvorrichtungen **20-24** Positions- und Kursinformationen jeweils bezüglich der relevanten Objekte **30-34** erfassen. Das heißt, jede jeweilige Mobilvorrichtung kann Informationen bezüglich eines einzelnen relevanten Objekts erfassen.

[0074] Bei dem darauffolgenden Block **650** können diese Mobilvorrichtungen **20-24** die Relevante-Objekte(OOI)-Daten drahtlos an das GW-System **14** kommunizieren. Als Reaktion darauf kann das GW-System **14** dem Zielfahrzeug **12** Situationsbewusstseins(SB)-Daten kommunizieren, sodass das Zielfahrzeug **12** in dem das GW-System **14** umgebenden Bereich autonom navigieren kann. In einem Beispiel werden die OOI-Daten durchgegeben (d. h., die SB-Daten stimmen mit den OOI-Daten überein). In anderen Beispielen führt das GW-System **14** eine Verarbeitung aus, um die OOI-Daten in ein anderes Format oder eine andere Anordnung zu rekonfigurieren, und sendet diese neu formatierten und/oder neu angeordneten Daten (d. h. die SB-Daten) an das Fahrzeug **12**.

[0075] Block **660** kann auf Block **650** folgen. Bei Block **660** kann das GW-System **14** bestimmen, ob eine andere Zuweisungsoptimierung für ein anderes Zielfahrzeug bestimmt werden soll. Wenn das GW-System **14** bestimmt, den Prozess **600** für ein anderes Zielfahrzeug auszuführen, dann geht der Prozess zu Block **605** über und kann für das andere Fahrzeug (zumindest teilweise) wiederholt werden; andernfalls kann der Prozess **600** enden.

[0076] Somit wurde ein Situationsbewusstseinssystem beschrieben, das einem in einem autonomen Modus arbeitenden Fahrzeug Informationen bereitstellen kann. Das System kann ein Gatewaysystem umfassen, das mit mehreren Mobilvorrichtungen kommuniziert und dem Fahrzeug Informationen bezüglich Objekten bereitstellt, die das Fahrzeug möglicherweise nicht wahrnimmt, z. B. relevanten Objekten in einem verdeckten Zustand. Insbesondere kann das Gatewaysystem derart programmiert sein, dass es die Steuerung über die Mobilvorrichtungen optimiert, um die Fahrzeug-Situationsbewusstseinsdaten in möglichst effizienter Weise bereitzustellen.

[0077] Im in dieser Schrift verwendeten Sinne bedeutet der Ausdruck „im Wesentlichen“, dass eine Form, eine Struktur, ein Maß, eine Menge, eine Zeit usw. aufgrund von Mängeln bzgl. Materialien, Bearbeitung, Herstellung, Datenübertragung, Berechnungszeit usw. von einem bzw. einer genauen be-

schriebenen Geometrie, Abstand, Maß, Menge, Zeit usw. abweichen kann.

[0078] Im Allgemeinen können die beschriebenen Rechensysteme und/oder -vorrichtungen ein beliebiges aus einer Reihe von Computerbetriebssystemen einsetzen, einschließlich unter anderem Versionen und/oder Varianten der Anwendung Ford Sync®, der Middleware AppLink/Smart Device Link, des Betriebssystems Microsoft Automotive®, des Betriebssystems Microsoft Windows®, des Betriebssystems Unix (z. B. des Betriebssystems Solaris®, vertrieben durch die Oracle Corporation in Redwood Shores, Kalifornien), des Betriebssystems AIX UNIX, vertrieben durch International Business Machines in Armonk, New York, des Betriebssystems Linux, der Betriebssysteme Mac OSX und iOS, vertrieben durch die Apple Inc. in Cupertino, Kalifornien, des BlackBerry OS, vertrieben durch BlackBerry, Ltd. in Waterloo, Kanada, und des Betriebssystems Android, entwickelt von Google, Inc. und der Open Handset Alliance, oder der QNX® CAR Platform for Infotainment, angeboten von QNX Software Systems. Zu Beispielen für Rechenvorrichtungen zählen unter anderem ein bordeigener Fahrzeugcomputer, ein Arbeitsplatzcomputer, ein Server, ein Schreibtisch-, ein Notebook-, ein Laptop- oder Handcomputer oder ein anderes Rechensystem und/oder eine andere Rechenvorrichtung.

[0079] Computer und Rechenvorrichtungen beinhalten im Allgemeinen computerausführbare Anweisungen, wobei die Anweisungen durch eine oder mehrere Rechenvorrichtungen ausgeführt werden können, wie etwa durch die vorstehend aufgeführten. Computerausführbare Anweisungen können von Computerprogrammen zusammengestellt oder ausgewertet werden, die unter Verwendung einer Reihe von Programmiersprachen und/oder -technologien erstellt wurden, welche ohne Einschränkung entweder für sich oder in Kombination Java™, C, C++, Python, Matlab, Simulink, Stateflow, Visual Basic, Java Script, Perl, HTML usw. beinhalten. Einige dieser Anwendungen können auf einer virtuellen Maschine zusammengestellt und ausgeführt werden, wie etwa der Java Virtual Machine, der Dalvik Virtual Machine oder dergleichen. Im Allgemeinen empfängt ein Prozessor (z. B. ein Mikroprozessor) Anweisungen, z. B. von einem Speicher, einem computerlesbaren Medium usw., und führt diese Anweisungen aus, wodurch er einen oder mehrere Prozesse durchführt, einschließlich eines oder mehrerer der in dieser Schrift beschriebenen Prozesse. Derartige Anweisungen und andere Daten können unter Verwendung vielfältiger computerlesbarer Medien gespeichert und übertragen werden. Eine Datei in einer Rechenvorrichtung ist im Allgemeinen eine Sammlung von Daten, die in einem computerlesbaren Medium, wie etwa einem Speichermedium, einem Direktzugriffsspeicher usw., gespeichert ist.

[0080] Ein Speicher kann ein computerlesbares Medium (auch als prozessorlesbares Medium bezeichnet) einschließen, das ein beliebiges nichttransitorisches (z. B. materielles) Medium beinhaltet, das am Bereitstellen von Daten (z. B. Anweisungen) beteiligt ist, die durch einen Computer (z. B. durch einen Prozessor eines Computers) gelesen werden können. Ein derartiges Medium kann viele Formen annehmen, einschließlich unter anderem nichtflüchtiger Medien und flüchtiger Medien. Zu nichtflüchtigen Medien können zum Beispiel optische Platten oder Magnetplatten und andere dauerhafte Speicher zählen. Zu flüchtigen Medien kann zum Beispiel ein dynamischer Direktzugriffsspeicher (DRAM) zählen, der üblicherweise einen Hauptspeicher darstellt. Derartige Anweisungen können durch ein oder mehrere Übertragungsmedien übertragen werden, einschließlich Koaxialkabeln, Kupferdraht und Glasfaser, einschließlich der Drähte, aus denen ein Systembus besteht, der mit einem Prozessor einer ECU gekoppelt ist. Gängige Formen computerlesbarer Medien beinhalten zum Beispiel eine Diskette, eine Folien-speicherplatte, eine Festplatte, ein Magnetband, ein beliebiges anderes magnetisches Medium, eine CD-ROM, eine DVD, ein beliebiges anderes optisches Medium, Lochkarten, Lochstreifen, ein beliebiges anderes physisches Medium mit Lochmustern, einen RAM, einen PROM, einen EPROM, einen FLASH-EEPROM, einen beliebigen anderen Speicherchip oder eine beliebige andere Speicherkassette oder ein beliebiges anderes Medium, das durch einen Computer ausgelesen werden kann.

[0081] Datenbanken, Datenbestände oder sonstige Datenspeicher, die in dieser Schrift beschrieben sind, können verschiedene Arten von Mechanismen zum Speichern von, Zugreifen auf und Abrufen von verschiedenen Arten von Daten beinhalten, einschließlich einer hierarchischen Datenbank, eines Satzes von Dateien in einem Dateisystem, einer Anwendungsdatenbank in einem anwender-eigenen Format, eines relationalen Datenbankverwaltungssystems (Relational Database Management System - RDBMS) usw. Jeder dieser Datenspeicher ist im Allgemeinen in einer Rechenvorrichtung enthalten, die ein Computerbetriebssystem verwendet, wie etwa eines der vorstehend erwähnten, und es wird auf eine oder mehrere von vielfältigen Weisen über ein Netz darauf zugegriffen. Auf ein Dateisystem kann von einem Computerbetriebssystem zugegriffen werden, und es kann in verschiedenen Formaten gespeicherte Dateien beinhalten. Ein RDBMS setzt im Allgemeinen die Computersprache Structured Query Language (SQL) zusätzlich zu einer Sprache zum Erzeugen, Speichern, Editieren und Ausführen gespeicherter Prozeduren ein, wie etwa die vorstehend erwähnte Sprache PL/SQL.

[0082] In einigen Beispielen können Systemelemente als computerlesbare Anweisungen (z. B. Software)

auf einer oder mehreren Rechenvorrichtungen (z. B. Servern, PCs usw.) umgesetzt werden, die in computerlesbaren Speichermedien in Zusammenhang damit (z. B. Platten, Speichern usw.) gespeichert sind. Ein Computerprogrammprodukt kann derartige Anweisungen umfassen, die zum Ausführen der in dieser Schrift beschriebenen Funktionen auf computerlesbaren Medien gespeichert sind.

[0083] Hinsichtlich der in dieser Schrift beschriebenen Medien, Prozesse, Systeme, Verfahren, Heuristiken usw. versteht es sich, dass die Schritte derartiger Prozesse usw. zwar als gemäß einer gewissen geordneten Abfolge erfolgreich beschrieben worden sind, derartige Prozesse jedoch so umgesetzt werden können, dass die beschriebenen Schritte in einer Reihenfolge durchgeführt werden, die von der in dieser Schrift beschriebenen Reihenfolge abweicht. Es versteht sich ferner, dass gewisse Schritte gleichzeitig durchgeführt, andere Schritte hinzugefügt oder gewisse in dieser Schrift beschriebene Schritte weggelassen werden können. Anders ausgedrückt, dienen die vorliegenden Beschreibungen von Verfahren dem Zwecke der Veranschaulichung bestimmter Ausführungsformen und sollten keinesfalls dahingehend ausgelegt werden, dass sie die Ansprüche einschränken.

[0084] Dementsprechend versteht es sich, dass die vorstehende Beschreibung veranschaulichenden und nicht einschränkenden Charakters ist. Viele Ausführungsformen und Anwendungen, bei denen es sich nicht um die bereitgestellten Beispiele handelt, sollten dem Fachmann nach der Lektüre der vorstehenden Beschreibung ersichtlich sein. Der Umfang der Erfindung sollte nicht unter Bezugnahme auf die vorstehende Beschreibung bestimmt werden, sondern unter Bezugnahme auf die beigefügten Ansprüche in Zusammenhang mit dem vollständigen Umfang von Äquivalenten, zu denen solche Ansprüche berechtigen. Es wird vorweggenommen und beabsichtigt, dass im Stand der Technik, der in dieser Schrift erörtert ist, zukünftige Entwicklungen geben wird und dass die offenbarten Systeme und Verfahren in derartige zukünftige Ausführungsformen einbezogen sein werden. Insgesamt versteht es sich, dass die Erfindung modifiziert und variiert werden kann und ausschließlich durch die nachfolgenden Ansprüche eingegrenzt ist.

[0085] Allen in den Ansprüchen verwendeten Ausdrücken soll deren allgemeine und gewöhnliche Bedeutung nach Auffassung des Fachmanns zukommen, es sei denn, es wird in dieser Schrift ausdrücklich das Gegenteil angegeben. Insbesondere ist die Verwendung der Singularartikel, wie etwa „ein“, „eine“, „der“, „die“, „das“ usw., dahingehend auszulegen, dass ein oder mehrere der angegebenen Elemente angegeben sind, sofern ein Anspruch nicht eine ausdrückliche gegenteilige Einschränkung nennt.

[0086] Gemäß der vorliegenden Erfindung ist ein System vorgesehen, aufweisend: einen Prozessor; und einen Speicher, der durch den Prozessor ausführbare Anweisungen speichert, wobei die Anweisungen umfassen: Bestimmen mindestens eines relevanten Objekts (OOI) in Bezug auf ein Zielfahrzeug; Bestimmen einer Zuweisungsoptimierung von mindestens einer von einer Vielzahl von Mobilvorrichtungen zu dem mindestens einen OOI; und Zuweisen der mindestens einen von der Vielzahl von Mobilvorrichtungen zu dem mindestens einen OOI.

[0087] Gemäß einer Ausführungsform befindet sich das mindestens eine OOI in einem verdeckten Zustand.

[0088] Gemäß einer Ausführungsform umfasst das Zuweisen ferner ein derartiges Anweisen der mindestens einen von der Vielzahl von Mobilvorrichtungen, dass sie in einen Verfolgungsmodus in Bezug auf das mindestens eine OOI eintritt.

[0089] Gemäß einer Ausführungsform beinhaltet der Verfolgungsmodus, dass die mindestens eine von der Vielzahl von Mobilvorrichtungen über dem OOI schwebt.

[0090] Gemäß einer Ausführungsform ist die Erfindung ferner gekennzeichnet durch: Empfangen von Relevante-Objekte(OOI)-Daten, die das mindestens eine OOI betreffen, von der mindestens einen von der Vielzahl von Mobilvorrichtungen, die dem mindestens einen OOI zugewiesen ist; und Übertragen von Situationsbewusstseins(SB)-Daten an das Zielfahrzeug, wobei die SB-Daten auf den OOI-Daten basieren.

[0091] Gemäß einer Ausführungsform beinhaltet die Zuweisungsoptimierung ein Verwenden einer Kostenfunktionsberechnung.

[0092] Gemäß einer Ausführungsform ist die Erfindung weiter gekennzeichnet durch: Verwenden mindestens eines Optimierungsfaktors in der Kostenfunktion.

[0093] Gemäß einer Ausführungsform umfasst der mindestens eine Optimierungsfaktor mindestens einen von einem Optimalabstandsfaktor, einem Optimalleistungsfaktor oder einem Optimalverfügbarkeitsfaktor.

[0094] Gemäß einer Ausführungsform beinhaltet die

Kostenfunktion: $X^t = \arg \min \left\{ \sum_{i=1}^{N^t} \sum_{j=1}^M X_{i,j}^t C_{i,j}^t \right\}$ vor-

ausgesetzt: $\sum_{i=1}^{N^t} X_{i,j}^t \leq 1 \quad \forall j \quad \forall j$ und

$\sum_{j=1}^M X_{i,j}^t = 1 \quad \forall i$, wobei X^t für eine optimale Schät-

zung einer Matrix X^t steht, eine Summierung $\sum_{i=1}^{N^t}$ indizierte relevante Objekte in die Rechnung einbezieht, eine Summierung $\sum_{j=1}^M$ indizierte Mobilvor-

richtungen einbezieht, $X_{i,j}^t$ für eine Zuweisungsmatrix steht, die durch Mobilvorrichtungen und relevan-

te Objekte definiert ist, und $C_{i,j}^t$ - der Kostenwert eines i^{th}, j^{th} Zuweisungselements einer Kostenmatrix der Größe $N^t \times M$ zu einem Zeitpunkt t ist.

[0095] Gemäß einer Ausführungsform steht $C_{i,j}^t$ für den Optimalabstandsfaktor, den Optimalleistungsfaktor, den Optimalverfügbarkeitsfaktor oder eine Kombination daraus.

[0096] Gemäß einer Ausführungsform ist die Erfindung ferner gekennzeichnet durch die mindestens eine von der Vielzahl von Mobilvorrichtungen.

[0097] Gemäß einer Ausführungsform umfasst ein Gatewaysystem den Prozessor und Speicher, wobei das Gatewaysystem ferner einen Drahtlossendeempfänger umfasst, der dazu konfiguriert ist, mit der mindestens einen von der Vielzahl von Mobilvorrichtungen und mit dem Zielfahrzeug zu kommunizieren.

[0098] Gemäß der vorliegenden Erfindung ist ein System vorgesehen, aufweisend: einen Prozessor; und einen Speicher, der durch den Prozessor ausführbare Anweisungen speichert, wobei die Anweisungen umfassen: Bestimmen mindestens eines relevanten Objekts (OOI) in einem verdeckten Zustand, in Bezug auf ein Zielfahrzeug; Bestimmen einer Zuweisungsoptimierung von mindestens einer von einer Vielzahl von Mobilvorrichtungen zu dem mindestens einen OOI; und Zuweisen der mindestens einen von der Vielzahl von Mobilvorrichtungen zu dem mindestens einen OOI.

[0099] Gemäß der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren vorgesehen, aufweisend: Bestimmen mindestens eines relevanten Objekts (OOI) in Bezug auf ein Zielfahrzeug; Bestimmen einer Zuweisungsoptimierung von mindestens einer von einer Vielzahl von Mobilvorrichtungen zu dem mindestens einen OOI; und Zuweisen der mindestens einen von der Vielzahl von Mobilvorrichtungen zu dem mindestens einen OOI.

[0100] Gemäß einer Ausführungsform befindet sich das mindestens eine OOI in einem verdeckten Zustand.

[0101] Gemäß einer Ausführungsform umfasst das Zuweisen ferner ein derartiges Anweisen der mindestens einen von der Vielzahl von Mobilvorrichtungen,

dass sie in einen Verfolgungsmodus in Bezug auf das mindestens eine OOI eintritt.

[0102] Gemäß einer Ausführungsform beinhaltet der Verfolgungsmodus, dass die mindestens eine von der Vielzahl von Mobilvorrichtungen über dem OOI schwebt.

[0103] Gemäß einer Ausführungsform umfasst der Verfolgungsmodus ein Schweben über dem OOI innerhalb eines vordefinierten Toleranzbereichs einer vertikalen Achse des OOI.

[0104] Gemäß einer Ausführungsform beinhaltet die Zuweisungsoptimierung ein Verwenden einer Kostenfunktionsberechnung.

[0105] Gemäß einer Ausführungsform umfasst die Kostenfunktionsberechnung mindestens einen Optimierungsfaktor, wobei der mindestens eine Optimierungsfaktor mindestens einen von einem Optimalabstandsfaktor, einem Optimalleistungsfaktor oder einem Optimalverfügbarkeitsfaktor umfasst.

Patentansprüche

1. System, umfassend:
einen Prozessor; und
einen Speicher, der durch den Prozessor ausführbare Anweisungen speichert, wobei die Anweisungen umfassen:
Bestimmen mindestens eines relevanten Objekts (OOI) in Bezug auf ein Zielfahrzeug;
Bestimmen einer Zuweisungsoptimierung von mindestens einer von einer Vielzahl von Mobilvorrichtungen zu dem mindestens einen OOI; und
Zuweisen der mindestens einen von der Vielzahl von Mobilvorrichtungen zu dem mindestens einen OOI.
2. System nach Anspruch 1, wobei sich das mindestens eine OOI in einem verdeckten Zustand befindet.

3. System nach Anspruch 1, wobei das Zuweisen ferner ein derartiges Anweisen der mindestens einen von der Vielzahl von Mobilvorrichtungen umfasst, dass sie in einen Verfolgungsmodus in Bezug auf das mindestens eine OOI eintritt.

4. System nach Anspruch 3, wobei der Verfolgungsmodus beinhaltet, dass die mindestens eine von der Vielzahl von Mobilvorrichtungen über dem OOI schwebt.

5. System nach Anspruch 1, wobei die Anweisungen ferner umfassen: Empfangen von Relevante-Objekte(OOI)-Daten, die das mindestens eine OOI betreffen, von der mindestens einen von der Vielzahl von Mobilvorrichtungen, die dem mindestens einen OOI zugewiesen ist; und Übertragen von Situations-

bewusstseins(SB)-Daten an das Zielfahrzeug, wobei die SB-Daten auf den OOI-Daten basieren.

6. System nach Anspruch 1, wobei die Zuweisungsoptimierung ein Verwenden einer Kostenfunktionsberechnung beinhaltet.

7. System nach Anspruch 6, wobei die Anweisungen ferner umfassen: Verwenden mindestens eines Optimierungsfaktors in der Kostenfunktion.

8. System nach Anspruch 7, wobei der mindestens eine Optimierungsfaktor mindestens einen von einem Optimalabstandsfaktor, einem Optimalleistungsfaktor oder einem Optimalverfügbarkeitsfaktor umfasst.

9. System nach Anspruch 6, wobei die Kostenfunktion beinhaltet:

$$\hat{X}^t = \arg \min \left\{ \sum_{i=1}^{N^t} \sum_{j=1}^M X_{i,j}^t C_{i,j}^t \right\}, \text{ vorausgesetzt:}$$

$$\sum_{i=1}^{N^t} X_{i,j}^t \leq 1 \quad \forall j$$

und

$$\sum_{j=1}^M X_{i,j}^t = 1 \quad \forall i$$

worin $\hat{X}^t$ für eine optimale Schätzung einer Matrix X^t steht, eine Summierung $\sum_{i=1}^{N^t}$ indizierte relevante Objekte in die Rechnung einbezieht, eine Summierung $\sum_{j=1}^M$ indizierte Mobilvorrichtungen einbezieht, $X_{i,j}^t$ für eine Zuweisungsmatrix steht, die durch Mobilvorrichtungen und relevante Objekte definiert ist, und $C_{i,j}^t$ der Kostenwert eines $i^{\text{th}}, j^{\text{th}}$ Zuweisungselements einer Kostenmatrix der Größe $N^t \times M$ zu einem Zeitpunkt t ist.

10. System nach Anspruch 9, wobei $C_{i,j}^t$ für den Optimalabstandsfaktor, den Optimalleistungsfaktor, den Optimalverfügbarkeitsfaktor oder eine Kombination daraus steht.

11. System nach Anspruch 1, ferner umfassend die mindestens eine von der Vielzahl von Mobilvorrichtungen.

12. System nach Anspruch 1, wobei ein Gatewaysystem den Prozessor und Speicher umfasst, wobei das Gatewaysystem ferner einen Drahtlossendeempfänger umfasst, der dazu konfiguriert ist, mit der mindestens einen von der Vielzahl von Mobilvorrichtungen und mit dem Zielfahrzeug zu kommunizieren.

13. System, umfassend:

einen Prozessor; und
einen Speicher, der durch den Prozessor ausführbare Anweisungen speichert, wobei die Anweisungen umfassen:

Bestimmen mindestens eines relevanten Objekts (OOI) in einem verdeckten Zustand, in Bezug auf ein Zielfahrzeug;

Bestimmen einer Zuweisungsoptimierung von mindestens einer von einer Vielzahl von Mobilvorrichtungen zu dem mindestens einen OOI; und

Zuweisen der mindestens einen von der Vielzahl von Mobilvorrichtungen zu dem mindestens einen OOI.

14. Verfahren, wobei die Schritte umfassen: eine beliebige Kombination aus den Anweisungen, die oben in den Ansprüchen 1-13 angeführt sind.

15. Computerprogrammprodukt, umfassend: ein computerlesbares Medium, das eine beliebige Kombination aus den Anweisungen speichert, die in den Ansprüchen 1-13 angeführt sind.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

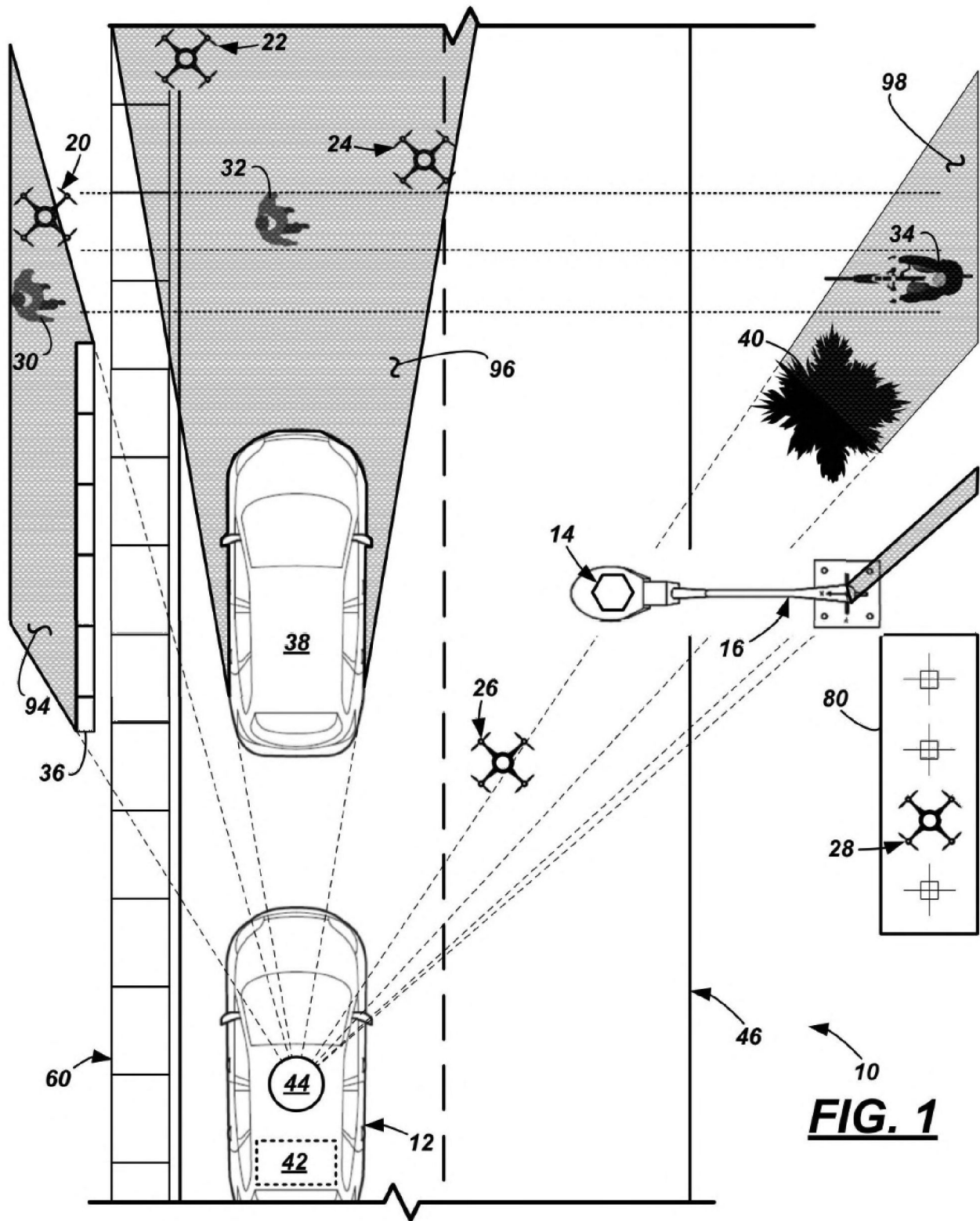


FIG. 2

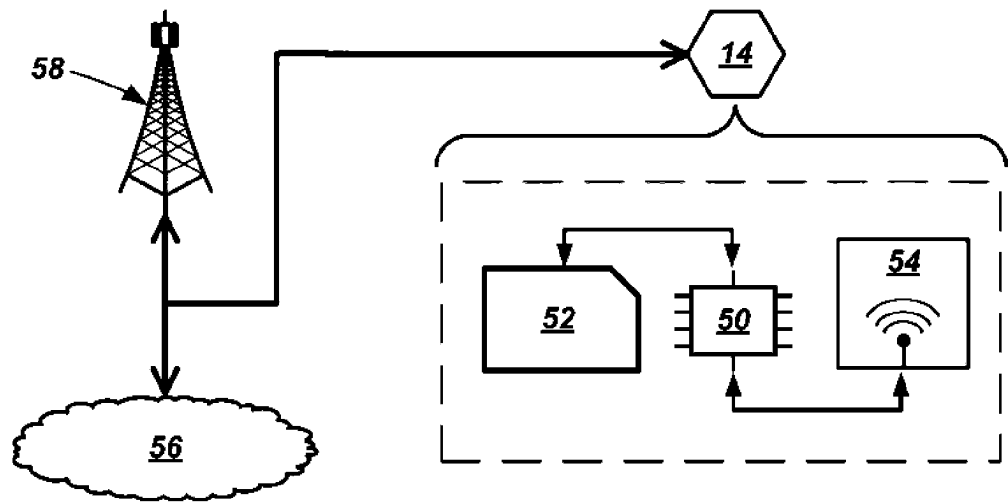


FIG. 3

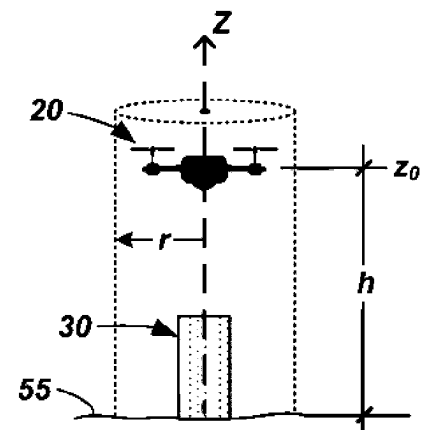
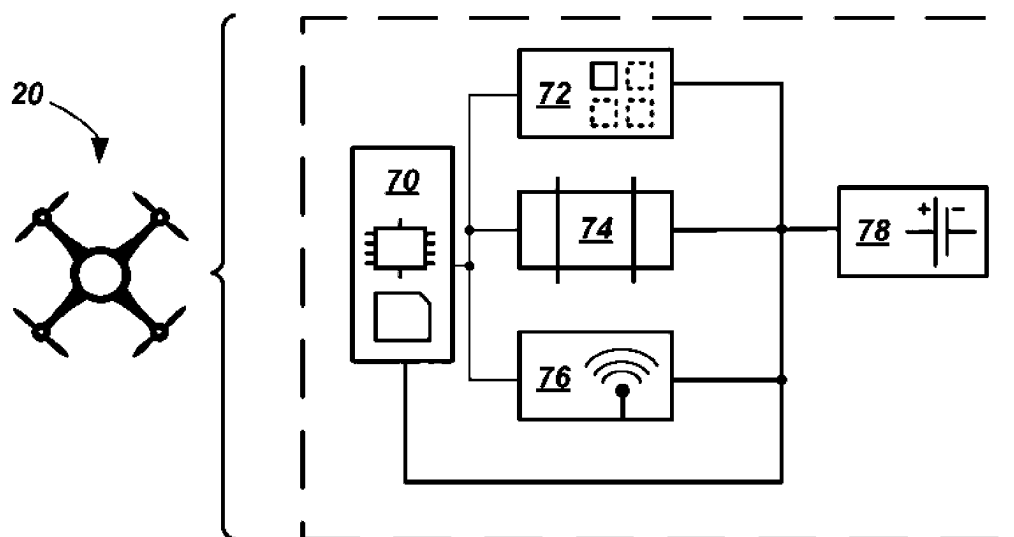
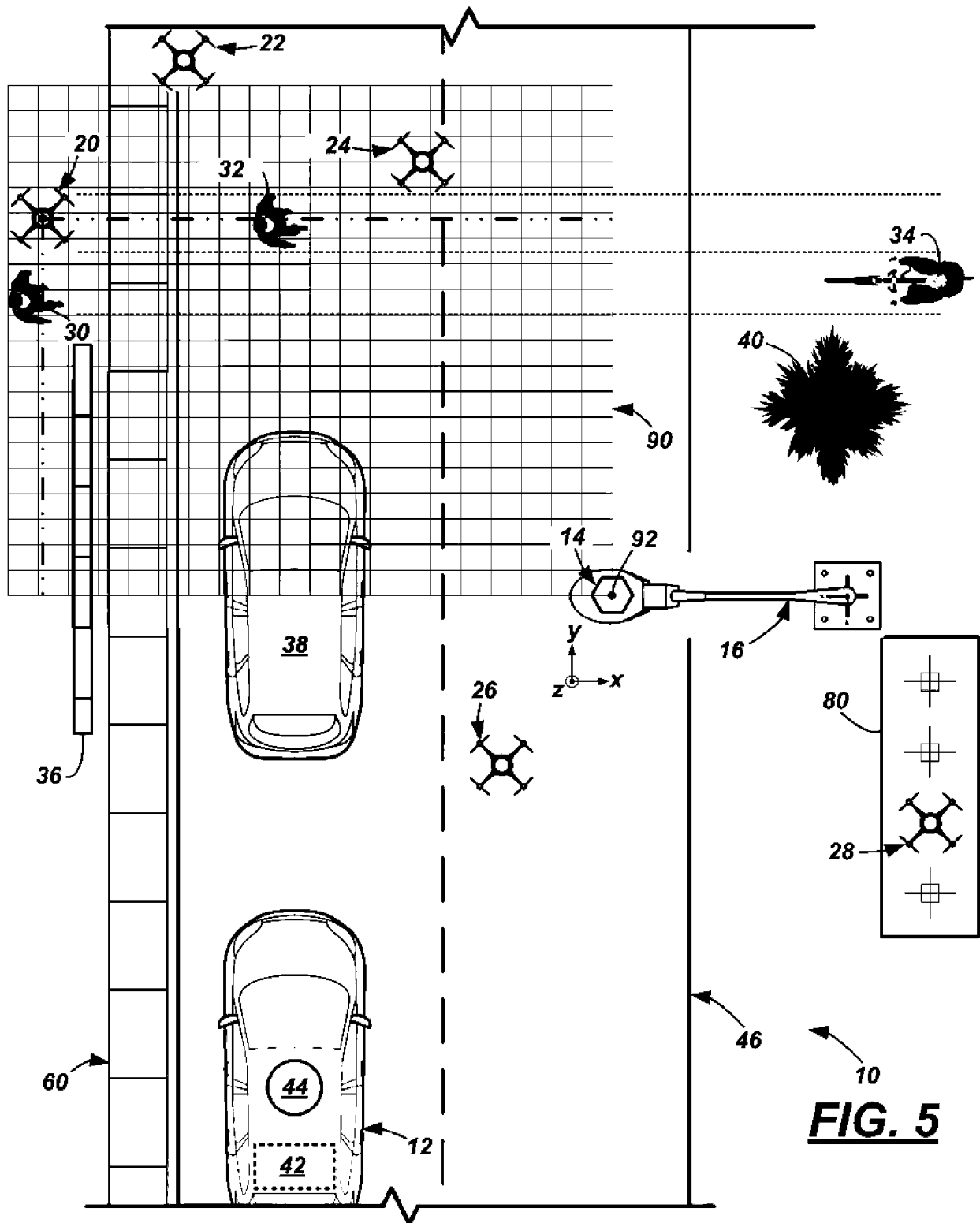


FIG. 4





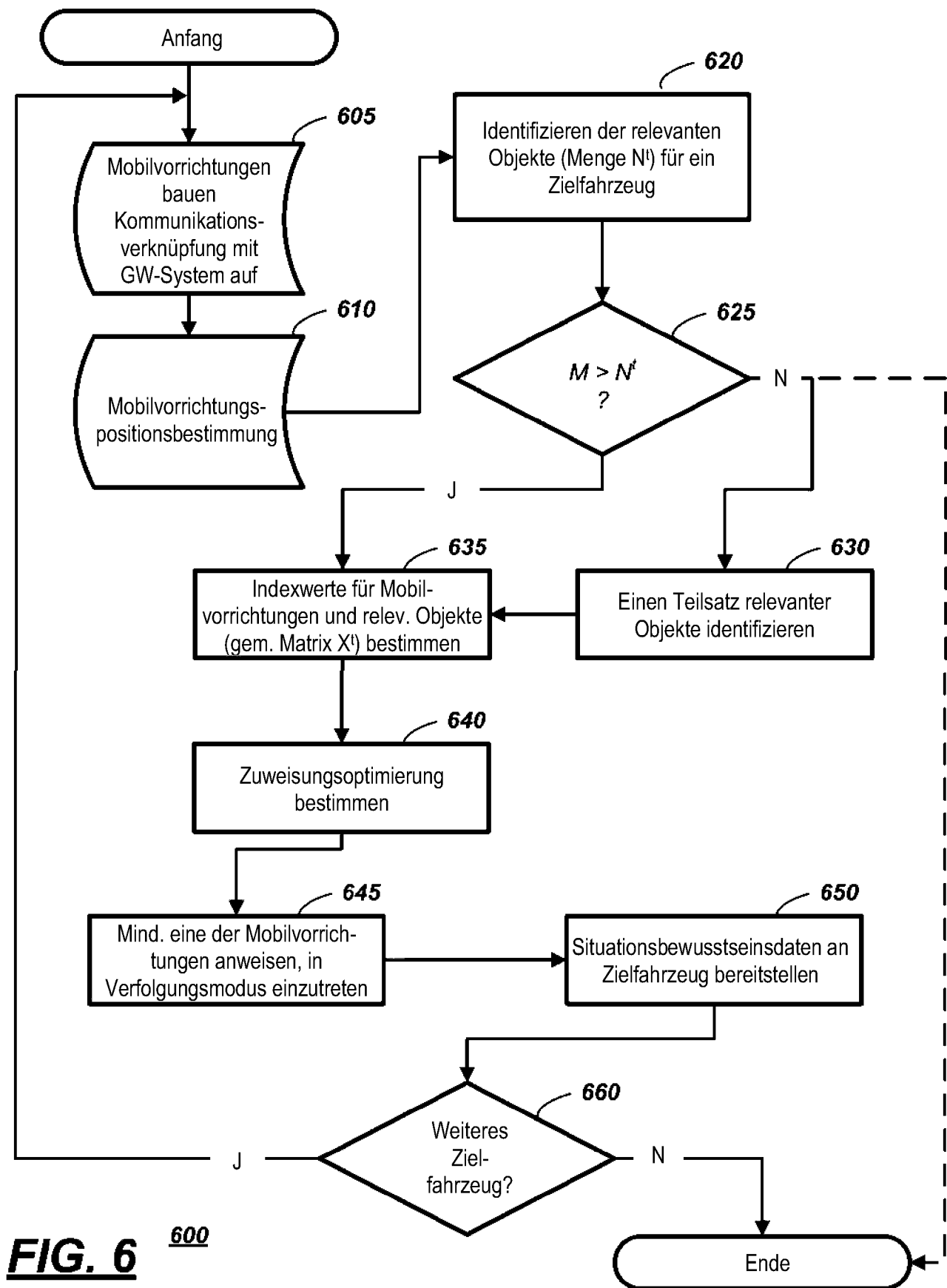
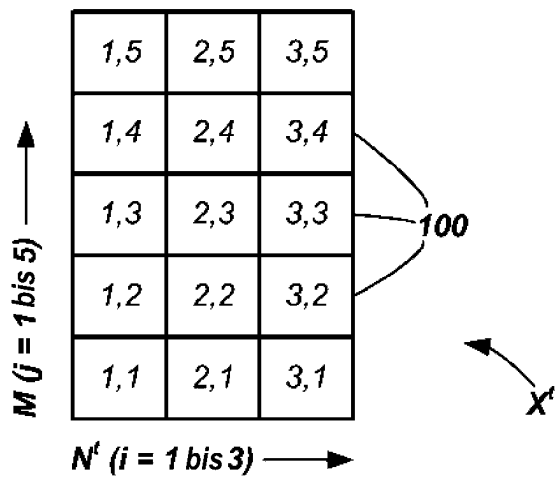


FIG. 7**FIG. 8**