(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 11 2019 004 323 T5** 2021.08.05

(12) # Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2020/045324**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2019 004 323.4**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2019/033210**
(86) PCT-Anmeldetag: **26.08.2019**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **05.03.2020**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung in deutscher Übersetzung: **05.08.2021**

(51) Int Cl.: ***G01C 7/04*** (2006.01)
G01C 21/30 (2006.01)
H04W 4/40 (2018.01)
H04N 7/18 (2006.01)
G08G 1/133 (2006.01)
B60R 1/00 (2006.01)
G06T 7/00 (2017.01)

(30) Unionspriorität:
2018-162471 **31.08.2018** **JP**
2019-143135 **02.08.2019** **JP**

(71) Anmelder:
DENSO CORPORATION, Kariya-city, Aichi-pref., JP

(74) Vertreter:
Winter, Brandl - Partnerschaft mbB, Patentanwälte, 85354 Freising, DE

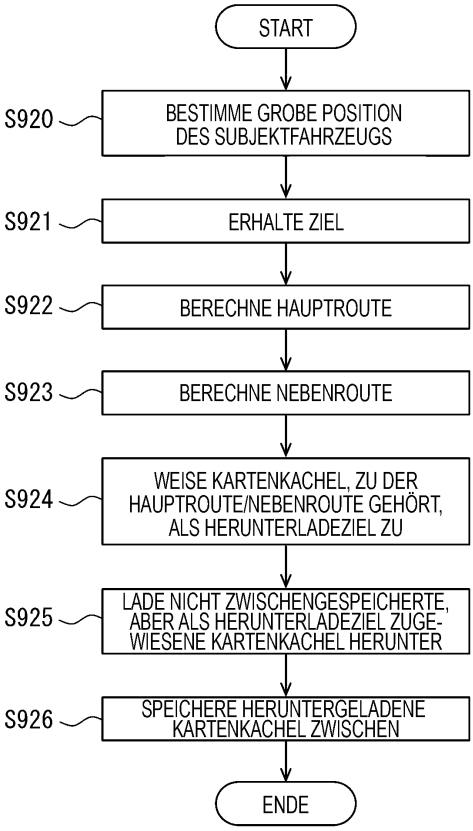
(72) Erfinder:
Terada, Ryota, Kariya-city, Aichi-pref., JP

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **FAHRZEUGSEITIGE VORRICHTUNG, VERFAHREN UND SPEICHERMEDIUM**

(57) Zusammenfassung: Ein Kartensystem ist ein System zum autonomen Navigieren eines Fahrzeugs entlang eines Straßensegments und beinhaltet zumindest einen Prozessor und einen Server, in welchem Karteninformationen gespeichert sind. Der Prozessor lädt die Karteninformationen von dem Server herunter und bestimmt die Position des Fahrzeugs basierend auf den Karteninformationen. Die Karteninformationen sind in dem Server für jeden Bereich, der als eine Quadratkartenkachel aufgeteilt ist, gespeichert und werden für jede Kartenkachel zu dem Fahrzeug heruntergeladen. Wenn das Ziel des Fahrzeugs nicht festgelegt ist, lädt der Prozessor zuerst die Kartenkachel entsprechend dem Bereich, in dem das eigene Fahrzeug existiert, als die erste Kachel herunter. Die erste Kachel ist weiter in vier Unterkacheln unterteilt, und drei Kartenkacheln benachbart zu der Unterkachel, zu welcher das Fahrzeug gehört, sind Herunterladeziele.



Beschreibung

QUERVERWEIS AUF VERWANDTE ANMELDUNG

[0001] Diese Anmeldung basiert auf der japanischen Patentanmeldung Nr. 2018-162471, die am 31. August 2018 eingereicht wurde, und der japanischen Patentanmeldung Nr. 2019-143135, die am 2. August 2019 eingereicht wurde, deren Offenbarungen durch Bezugnahme hierin einbezogen werden.

TECHNISCHES GEBIET

[0002] Die Erfindung dieser Spezifikation betrifft eine fahrzeugseitige Vorrichtung, ein Verfahren und ein Speichermedium zum autonomen Fahren eines Fahrzeugs unter Verwendung von Kartendaten.

STAND DER TECHNIK

[0003] Eine Druckschrift 1 offenbart eine Technik zum Speichern von Positionsinformationen wie beispielsweise Orientierungspunkten unter Verwendung eines Bilds, das von einer Kamera aufgenommen wurde, die an dem Fahrzeug angebracht ist, zum Hochladen der Informationen auf einen Server oder dergleichen zum Erzeugen einer groben Karte, und zum Bestimmen der Position des eigenen Fahrzeugs durch Herunterladen der erzeugten groben Karte.

DRUCKSCHRIFTLICHER STAND DER TECHNIK

DRUCKSCHRIFTEN

[0004] Druckschrift 1: Druckschrift 1: JP 2018-510373 A

[0005] Apropos, in einem System wie beispielsweise einem Kartensystem, wie es in der Druckschrift 1 offenbart ist, welches die Position des eigenen Fahrzeugs basierend auf den Orientierungspunkteinformationen, die von der Kamera aufgenommen wurden, und den heruntergeladenen Karteinformationen spezifiziert, muss das Herunterladen der Karteninformationen entsprechend dem Bereich, in dem sich das Fahrzeug fortbewegt, abgeschlossen werden. Das Herunterladen der Karteninformation von dem Server muss innerhalb des begrenzten Kommunikationsbands zwischen dem Server und dem Fahrzeug ausgeführt werden, so dass eine effiziente Kommunikation vonnöten ist.

[0006] Daher liegt der Erfindung dieser Spezifikation als eine Aufgabe zugrunde, ein Kartensystem, ein Verfahren und ein Speichermedium zum Veranlassen eines Computers, diese auszuführen, bereitzustellen, welches Karteninformationen effizient beschaffen kann.

[0007] Eine der fahrzeugseitigen Vorrichtungen, die in dieser Spezifikation offenbart werden, ist eine zumindest einen Prozessor verwendende fahrzeugseitige Vorrichtung, welche ein Fahrzeug unter Verwendung von Kartendaten einschließlich zumindest eines der Koordinateninformationen eines Orientierungspunkts, der entlang der Straße angeordnet ist, und der Koordinateninformationen eines Straßenrands autonom entlang eines Straßensegments fährt. Die Kartendaten sind dazu konfiguriert, von einem vorbestimmten Server in Patcheinheiten, die durch Unterteilen des registrierten Kartenbereichs erhalten werden, an das Fahrzeug verteilt zu werden. Der Prozessor erfasst die Position des Fahrzeugs basierend auf dem Erfassungsergebnis des Positionierungssensors, der an dem Fahrzeug angebracht ist, lädt die Kartendaten in Patcheinheiten von dem Server, der die Kartendaten verwaltet, herunter, und legt einen Patch, einschließlich der Straße, bei welcher die Möglichkeit besteht, dass sie das Fahrzeug durchfahren kann, als ein Herunterladeziel, welches basierend auf der aktuellen Position des Fahrzeugs bestimmt wird, fest.

[0008] Demgemäß wird in der Situation, in der das Ziel festgelegt ist, die herunterzuladende Kartenkachel für die Hauptroute von der aktuellen Position zu dem Ziel und die Nebenroute mit einer Möglichkeit, dass sich das Fahrzeug fortbewegen kann, wobei es sich von der Hauptroute trennt, geeignet ausgewählt.

Figurenliste

[0009] Die vorstehenden und andere Ziele, Merkmale und Vorteile der Erfindung werden aus der folgenden detaillierten Beschreibung, die unter Bezugnahme auf die begleitenden Zeichnungen erfolgt, deutlicher. Es zeigen:

Fig. 1 ein Blockdiagramm, das eine schematische Konfiguration eines Kartensystems zeigt;

Fig. 2 ein Diagramm, das ein Beispiel für in den Kartendaten enthaltene Informationen zeigt;

Fig. 3 ein konzeptionelles Diagramm, das ein Beispiel für das Merkmal der Kartendaten zeigt;

Fig. 4 ein Ablaufdiagramm, das die Hochladesteuerung von Sensordaten durch den Hauptprozessor zeigt;

Fig. 5 ein Diagramm, das einen Niedrigfrequenzbereich (oder einen Sperrbereich) zeigt;

Fig. 6 ein Ablaufdiagramm, das ein Beispiel für die von einem Serverprozessor ausgeführte Steuerung zeigt;

Fig. 7 ein Diagramm, das die Streuung von Orientierungspunkten zeigt;

Fig. 8 ein Diagramm, das eine Beziehung zwischen einem Referenz-Orientierungspunkt und anderen Orientierungspunkten zeigt;

Fig. 9 ein Ablaufdiagramm, das einen Korrekturprozess unter Verwendung eines Referenz-Orientierungspunkts zeigt;

Fig. 10 ein Ablaufdiagramm, das ein Beispiel für eine Steuerung zeigt, die von einem Serverprozessor ausgeführt wird;

Fig. 11 ein Ablaufdiagramm, , das ein Beispiel für eine Steuerung zeigt, die von einem Hauptprozessor ausgeführt wird;

Fig. 12 ein Ablaufdiagramm, , das ein Beispiel für eine Steuerung zeigt, die von einem Hauptprozessor ausgeführt wird;

Fig. 13 ein Ablaufdiagramm, das ein Beispiel für eine Steuerung zeigt, die von einem Hauptprozessor ausgeführt wird;

Fig. 14 ein Ablaufdiagramm, das ein Beispiel für eine Steuerung zeigt, die von einem Hauptprozessor ausgeführt wird;

Fig. 15 ein Diagramm, das einen toten Winkel zeigt, wenn der Abstand zwischen dem eigenen Fahrzeug und dem vorausfahrenden Fahrzeug kurz ist;

Fig. 16 ein Diagramm, das einen toten Winkel zeigt, wenn der Abstand zwischen dem eigenen Fahrzeug und dem vorausfahrenden Fahrzeug relativ groß ist;

Fig. 17 ein Ablaufdiagramm, das ein Beispiel für eine Steuerung zeigt, die von einem Hauptprozessor ausgeführt wird;

Fig. 18 ein Diagramm, das einen Lichtverteilungszustand in einer Blendschutzlichtverteilung zeigt;

Fig. 19 ein Ablaufdiagramm, das ein Beispiel für die Steuerung zeigt, wenn ein Ziel nicht festgelegt ist;

Fig. 20 ein Diagramm, das ein Beispiel für eine Kartenkachel als ein Herunterladeziel zeigt;

Fig. 21 ein Ablaufdiagramm, das die Steuerung zeigt, wenn ein Ziel festgelegt ist;

Fig. 22 ein Diagramm, das ein Beispiel für eine Kartenkachel als ein Herunterladeziel zeigt;

Fig. 23 ein Blockdiagramm, das ein modifiziertes Beispiel der Konfiguration des fahrzeugseitigen Systems 2 zeigt; und

Fig. 24 ein Blockdiagramm, das ein modifiziertes Beispiel der Konfiguration des fahrzeugseitigen Systems 2 zeigt.

AUSFÜHRUNGSFORMEN DER ERFINDUNG

[0010] Nachstehend werden unter Bezugnahme auf die Zeichnungen Ausführungsformen zur Durchführung der Erfindung beschrieben. In jeder Ausführungsform sind Teile, die den in den vorangegangenen Ausführungsformen beschriebenen Elementen entsprechen, mit denselben Bezugsziffern bezeichnet, und können redundante Erläuterungen weggelassen sein. Wenn in einer Ausführungsform nur ein Teil einer Konfiguration beschrieben ist, kann eine andere vorangehende Ausführungsform auf die anderen Teile der Konfiguration angewendet werden. Es können nicht nur Teile kombiniert werden, deren Kombination in einer Ausführungsform explizit beschrieben ist, sondern auch Teile von jeweiligen Ausführungsformen, deren Kombination nicht explizit beschrieben ist, wenn bei der Kombination der Teile der jeweiligen Ausführungsformen kein besonderes Hindernis auftritt.

(Allgemeine Konfiguration)

[0011] Zunächst wird unter Bezugnahme auf **Fig. 1** der schematische Aufbau des Kartensystems **1**, auf das die Erfindung angewendet wird, beschrieben.

[0012] Wie in **Fig. 1** gezeigt ist, beinhaltet das Kartensystem **1** zumindest ein Fahrzeug, das mit einem später beschriebenen bordeigenen bzw. fahrzeugseitigen System **2** ausgestattet ist, und einen Server **3**, auf dem Karteninformationen (nachstehend auch als Kartendaten bezeichnet) gespeichert sind. Obwohl **Fig. 1** nur einen Block zeigt, der ein Fahrzeug repräsentiert, auf dem das fahrzeugseitige System **2** angebracht ist, kann das Kartensystem **1** eine Vielzahl von Fahrzeugen beinhalten, auf welchen das System angebracht ist. Jedes Fahrzeug ist so konfiguriert, dass es zur drahtlosen Kommunikation mit dem Server **3** fähig ist. Das Fahrzeug kann sich auf der Straße fortbewegen und fährt, während es, wie später beschrieben wird, sequenziell Sondendaten bzw. Sensordaten sammelt. Ferner ist das Fahrzeug mit einem automatischen Fahrsystem oder einem Fahrunterstützungssystem ausgestattet und führt eine Fahrsteuerung unter Verwendung von von dem Server **3** beschafften Kartendaten durch.

[0013] Das Fahrzeug, auf welches das fahrzeugseitige System **2** angewendet ist, kann ein PKW, ein Transportfahrzeug wie beispielsweise ein LKW oder ein Servicefahrzeug wie beispielsweise ein Taxi sein. Servicefahrzeuge beinhalten auch gemeinsam genutzte Busse (mit anderen Worten, Linienbusse), Fernbusse und Fahrzeuge, die für Sharing-Dienste wie Carsharing und Ride-Sharing verwendet werden. Der gemeinsam genutzte Bus kann ein autonom fahrender Bus sein, der automatisch auf einer vorbestimmten Route fährt.

[0014] Das Kartensystem **1** entspricht gemäß einem Aspekt einem System zum autonomen Fahren eines Fahrzeugs entlang eines Straßenabschnitts unter Verwendung von Kartendaten, die Koordinateninformationen einer Vielzahl von Merkmalen beinhalten, die entlang der Straße vorhanden sind. Der Ausdruck „entlang der Straße“ beinhaltet nicht nur den Rand der Straße, sondern auch den oberen Teil der Straße und die Oberfläche der Straße. Beispielsweise entspricht auch ein Wegweiser oder eine Bakenstation, die sich 3 Meter oder mehr über der Fahrbahnoberfläche befindet, einem entlang der Straße angeordneten Merkmal. Darüber hinaus entsprechen auch Straßenmarkierungen, wie beispielsweise Fahrspurmarkierungen aus Farbe oder Markierungsknöpfe, den entlang der Straße vorhandenen Merkmalen. Der Begriff „entlang der Straße“ kann umformuliert werden zu „auf der Straße“ und „um die Straße herum“. Die vorstehenden Merkmale beinhalten auch den Straßenrand selbst. Der Grad des automatischen Fahrens unter Verwendung von Kartendaten ist nicht auf die Stufe **3** oder höher beschränkt, sondern kann auch der Stufe **2** entsprechen. In der Automatisierungsstufe **2** führt hierin ein System mit einer Steuervorrichtung eine Teilaufgabe der Fahrzeugbewegungssteuerung sowohl in vertikaler als auch in horizontaler Richtung in einem begrenzten Bereich aus, z.B. werden Lenkkorrekturen zur Beibehaltung einer Fahrspur und Geschwindigkeitsanpassungen automatisch durchgeführt. Die Automatisierungsstufe **3** bedeutet hierin, dass das System alle Fahrvorgänge innerhalb eines bestimmten Bereichs (ODD: Operational Design Domain) ausführt, während die Autorität auf den Insassen im Fahrersitz übergeht, wenn es schwierig ist, den Vorgang fortzusetzen. Die Automatisierungsstufe 4 ist eine Stufe, bei der die in Stufe **3** festgelegte Überwachungspflicht durch den Insassen im Fahrersitz aufgehoben wird. Die Automatisierungsstufe 5 bezeichnet eine Stufe, bei der ein vollständig autonomes Fahren auf allen Straßen möglich ist.

[0015] Das fahrzeugseitige System **2**, das an jedem Fahrzeug angebracht ist, beinhaltet eine Kamera **10** als eine bildgebende Einrichtung, einen Bildprozessor **20**, einen Sensor **30** als eine Zustandserfassungseinheit zur Erfassung des Fahrzeugzustands, einen Hauptprozessor **40**, ein Kommunikationsmodul **50** und eine Mensch-Maschine-Schnittstelle **60** (nachstehend als HMI bezeichnet), einen Aktor bzw. Aktuator **70** und einen Speicher **80**. Das fahrzeugseitige System **2** entspricht einer fahrzeugseitigen Vorrichtung oder einer Fahrzeugsteuervorrichtung. Nachstehend wird in Bezug auf den Hauptprozessor **40** das Fahrzeug, an dem der Hauptprozessor **40** angebracht ist, auch als ein Subjektfahrzeug Fahrzeug bezeichnet.

[0016] Das Kartensystem **1** arbeitet zusätzlich zu der Funktion der Positionsbestimmung des Subjektfahrzeugs, wie beispielsweise GPS, und ist wirkungsvoll bei der Bestimmung der Position des Subjektfahrzeugs mit höherer Genauigkeit. Das Kartensystem **1** hat grob gesagt zwei Funktionen, d. h. eine Kartennutzungsfunktion und eine Kartenaktualisierungsfunktion. Bei der Kartennutzungsfunktion werden die auf dem Server **3** gespeicherten Karteninformationen auf das Fahrzeug heruntergeladen, und bestimmt das Fahrzeug selbst die Position des Subjektfahrzeugs auf der Grundlage der heruntergeladenen Karteninformationen und der Position eines Orientierungspunkts, wie beispielsweise eines Verkehrszeichens, das in dem von der Kamera **10** aufgenommenen Bild enthalten ist. Andererseits werden bei der Kartenaktualisierungsprozedur die von der Kamera **10** und dem am Fahrzeug angebrachten Sensor **30** erhaltenen Informationen als Messdaten auf den Server **3** hochgeladen, und werden die Karteninformationen auf dem Server **3** nacheinander aktualisiert. Infolgedessen wird die Position des Fahrzeugs immer mit hoher Genauigkeit auf der Grundlage der neuesten Karteninformationen bestimmt, und werden z.B. eine Fahrunterstützung und automatische Lenkvorgänge realisiert. Danach wird der Prozess zur Bestimmung der detaillierten Position des Subjektfahrzeugs auf der Straße, auf der das Subjektfahrzeug fährt, basierend auf den vom Server **3** erhaltenen Kartendaten und den Koordinaten des Orientierungspunkts **63**, die aus dem von der Kamera **10** erzeugten Bild berechnet werden, als ein Lokalisierungsprozess definiert.

[0017] Die Kamera **10** ist an dem Fahrzeug angebracht und nimmt ein Bild der Umgebung des Fahrzeugs bei einer Wellenlänge im Bereich des sichtbaren Lichts auf. Die Kamera **10** erfasst z.B. die Umgebung vor dem Fahrzeug. Natürlich braucht, als ein anderer Aspekt, die Kamera **10** nicht darauf beschränkt zu sein, die Vorderseite des Fahrzeugs zu aufzunehmen, sondern kann auch dazu konfiguriert sein, die Rückseite und/oder die Seite des Fahrzeugs aufzunehmen. Ferner kann das Fahrzeug mit einer Vielzahl von Kameras **10** ausgestattet sein. Beispielsweise kann das Fahrzeug vier Kameras **10** beinhalten, d. h. eine Frontkamera, die einen vorbestimmten Frontbereich erfasst, eine Heckkamera, die einen vorbestimmten Heckbereich erfasst, eine rechte Kamera, die die rechte Seite erfasst, und eine linke Kamera, die die linke Seite erfasst. Darüber hinaus kann die Frontkamera eine Fernkamera zur Erfassung eines Bilds aus relativ großer Entfernung und eine Nahkamera zur Erfassung eines Bilds aus kurzer Entfernung beinhalten. Die Kamera **10** kann eine Weitwinkelkamera sein, die einen Sichtwinkel von mehr als 100 Grad hat. Darüber hinaus ist die Wellenlänge von von der Kamera **10** erfassten Lichts nicht auf sichtbares Licht beschränkt, sondern kann auch ultraviolettes und infrarotes Licht beinhalten. Zum Beispiel kann die Kamera **10** eine Infrarotkamera sein. Darüber hinaus kann das Fahrzeug mit einer Kamera für sichtbares Licht, die sichtbares Licht erfasst, und einer In-

frarotkamera ausgestattet sein. Die Kamera **10** ist als ein Kameramodul konfiguriert, das z.B. einen CMOS-Bildsensor, der ein Bildsensor (nicht dargestellt) ist, und eine Bildverarbeitungs-Engine (nicht dargestellt) beinhaltet. Die von der Kamera **10** erfassten Informationen über die Umgebung des Fahrzeugs werden in dem Speicher **80** in Form eines Standbilds oder eines Bewegtbilds gespeichert (nachstehend werden diese kollektiv als ein Bild bezeichnet). Der Bildprozessor **20**, welcher später beschrieben wird, führt verschiedene Prozesse auf der Grundlage der im Speicher **80** gespeicherten Daten aus. In einer Konfiguration, in der das Fahrzeug eine Vielzahl von Kameras **10** beinhaltet, kann für jede Kamera **10** ein Bildprozessor **20** vorgesehen sein, oder kann ein Bildprozessor **20** so konfiguriert sein, dass er die von der Vielzahl der Kameras **10** aufgenommenen Bilddaten verarbeitet. Die Konfiguration und die Anordnung von Funktionen, die sich auf die Kamera **10** beziehen, können nach Bedarf geändert werden.

[0018] Der Bildprozessor **20** analysiert das von der Kamera **10** aufgenommene Bild. Der Bildprozessor **20** erfasst ein vorbestimmtes Merkmal durch z.B. Analysieren eines Bilds. Das Merkmal als ein Erfassungsziel ist z.B. eine Struktur, die für die Fahrzeugsteuerung benötigt wird. Ferner entspricht das zu detektierende Merkmal einem in den Kartendaten aufzuzeichnenden Element (nachstehend auch als ein Kartenelement bezeichnet) aus einem anderen Blickwinkel. Merkmale, die von dem Bildprozessor **20** erfasst werden, beinhalten z.B. Straßenmarkierungen (oder Verkehrsmarkierungen) und Orientierungspunkte.

[0019] Fahrbahnmarkierungen beziehen sich hauptsächlich auf eine Farbe, die zur Verkehrssteuerung und Verkehrsregelung auf die Fahrbahnoberfläche gemalt ist. Fahrbahnmarkierungen beinhalten Regelungsmarkierungen und Anweisungsmarkierungen. Beispielsweise beinhalten Fahrbahnmarkierungen Fahrspurbegrenzungen (so genannte Linienmarkierungen oder Fahrspurmarkierungen), die eine Begrenzung von Fahrspuren anzeigen, Fußgängerüberwege, Haltelinien, Umleitungszonen, Sicherheitszonen, Regelungspfeile und dergleichen Zu gehören beinhalten auch solche, die mit Hilfe von Fahrbahnmarkierern realisiert werden, wie beispielsweise Ratterbalken und Bot-Punkte.

[0020] Der Orientierungspunkt **63** beinhaltet z.B. ein Verkehrsregelungsschild, ein Hinweisschild, das einem Verkehrszeichen entspricht, wie beispielsweise ein Wegweiserschild, ein Warnschild, ein Hinweisschild, eine Ampel, einen Masten, eine Hinweistafel und dergleichen. Das Wegweiserschild bezieht sich auf ein Richtungsschild, ein Schild, das einen Gebietsnamen anzeigt, ein Schild, das einen Straßennamen anzeigt, ein Hinweisschild, das eine Einfahrt/Ausfahrt einer Schnellstraße, eine Raststätte usw. anzeigt. Der Orientierungspunkt **63** kann Straßenlaternen, Spiegel, Versorgungsmasten, kommerzielle Werbung, Geschäfte, ikonische Gebäude wie beispielsweise historische Gebäude und dergleichen umfassen. Der Mast beinhaltet auch Straßenlaternen und Versorgungsmasten. Darüber hinaus kann ein Teil der Straßenmarkierungen (z.B. eine Fahrbahnmarkierung oder eine Haltelinie) als Orientierungspunkte behandelt werden. Orientierungspunkten beinhalten auch den Straßenbelag, Unebenheiten, Fugen usw. Wenn ein Orientierungspunkt extrahiert wird, trennt und extrahiert der Bildprozessor **20** den Hintergrund und den Orientierungspunkt **63** aus dem aufgenommenen Bild auf der Grundlage der Bildinformationen, einschließlich der Farbe, der Helligkeit, des Kontrasts in Bezug auf die Farbe und die Helligkeit und dergleichen. Ferner kann der Orientierungspunkt **63** auf der Grundlage der Größe, der Form und der Installationsposition extrahiert werden.

[0021] Ferner nutzt der Bildprozessor **20** die SfM (Structure from Motion)-Technologie, um aus dem aufgenommenen Bild der Kamera **10** die Zustandsgröße, die das Verhalten (nachstehend als Verhaltensinformation bezeichnet) des Fahrzeugs zeigt, wie beispielsweise die auf das eigene Fahrzeug einwirkende Gierrate, die Beschleunigung in Front-Heck-Richtung, die Querbeschleunigung, den Betriebszustand des Scheibenwischers und dergleichen, zu erhalten. Die Kamera **10** entspricht einem Beispiel für einen Peripherieüberwachungssensor.

[0022] Das fahrzeugseitige System **2** der vorliegenden Ausführungsform beinhaltet eine Kamera **10** als einen Peripherieüberwachungssensor, aber der Peripherieüberwachungssensor, der das Kartensystem **1** bildet, muss nicht auf die Kamera **10** beschränkt sein. Der Peripherieüberwachungssensor kann ein Millimeterwellen-Radar oder LiDAR (Light Detection and Ranging / Laser Imaging Detection and Ranging) sein. Das LiDAR kann im Hinblick auf die Auflösung und dergleichen ein scannendes LiDAR oder ein Blitz-LiDAR sein. Das LiDAR kann im Hinblick auf die Auflösung und dergleichen vorzugsweise ein SPAD-LiDAR (Single Photon Avalanche Diode Light Detection And Ranging) sein. Darüber hinaus können verschiedene Objekterfassungsvorrichtungen wie beispielsweise Sonar als Peripherieüberwachungssensoren verwendet werden. Die von dem LiDAR erzeugten dreidimensionalen Entfernungsmessungspunktgruppendaten, das Erfassungsergebnis des Millimeterwellenradars, das Erfassungsergebnis des Sonars und dergleichen entsprechen den Daten des peripheren Objekts. Die dreidimensionalen Entfernungsmessungspunktgruppendaten sind auch als ein Entfernungs- bzw.

[0023] Abstandsbild definiert. Wenn die dreidimensionalen Entfernungsmessungspunktgruppendaten als Peripherieobjektdaten verwendet werden, kann

das Erfassungsobjekt unter Verwendung der Entfernungsinformationen und der Empfangsintensitätsinformationen jedes Entfernungsmessungspunkts und jeder Richtung erkannt werden. Verschiedene Verfahren können als Objekterfassungsverfahren unter Verwendung von LiDAR, Millimeterwellen-Radar, Sonar und dergleichen verwendet werden. Darüber hinaus kann das Kartensystem **1** eine Vielzahl von Vorrichtungsarten als Peripherieüberwachungssensoren beinhalten. Zum Beispiel kann das Kartensystem **1** als einen Peripherieüberwachungssensor ein LiDAR beinhalten, das so konfiguriert ist, dass es die Fahrzeugfront im Erfassungsbereich zusätzlich zur Frontkamera, also der Kamera **10**, abdeckt. Zur Erfassung eines Objekts, das einem Orientierungspunkt entspricht, kann eine Technik (eine sogenannte Sensorfusionstechnik) verwendet werden, bei der die Erfassungsergebnisse einer Vielzahl von Sensorarten zusammen verwendet werden. Wenn die Frontkamera und das Millimeterwellenradar in Kombination verwendet werden, kann die Genauigkeit der Erfassung des Abstands bzw. der Entfernung zum Orientierungspunkt verbessert werden. Darüber hinaus kann selbst in einer Umgebung, in der sich die Erfassungsgenauigkeit des Orientierungspunkts durch die Frontkamera verschlechtert, wie beispielsweise bei Nacht, die Orientierungspunkterfassungsrate unter ergänzender Verwendung der Erfassungsergebnisse des Millimeterwellen-Radars sichergestellt werden. Eine Kamera **10**, die die Frontszenerie des Fahrzeugs erfasst, ein Millimeterwellenradar, ein LiDAR und dergleichen entsprechen einer Frontüberwachungsvorrichtung.

[0024] Der Sensor **30**, bei dem es sich um eine Zustandserfassungseinheit handelt, beinhaltet z.B. einen Geschwindigkeitssensor, einen Beschleunigungssensor, einen Gierratensensor (im weiteren Sinne einen Gyrosensor), einen Lenkwinkelsensor, einen Beleuchtungssensor und einen Positionssensor (z.B. einen GPS-Empfänger) 30a. Jeder der vorstehenden Sensoren erfasst z.B. die folgenden Fahrzeugzustände. Die erfassten Informationen, die den Zustand des Fahrzeugs angeben, werden im Speicher **80** abgelegt.

[0025] Der Geschwindigkeitssensor erfasst die Geschwindigkeit des Fahrzeugs. Der Beschleunigungssensor erfasst die Beschleunigung in der Fortbewegungs- bzw. Fahrtrichtung des Fahrzeugs und die Beschleunigung in der Richtung orthogonal zu der Fahrtrichtung. Der Gierratensensor erfasst die auf das Fahrzeug wirkende Gierrate. Der Lenkwinkelsensor erfasst den Lenkwinkel der Lenkung. Der Beleuchtungsstärkesensor erfasst die Helligkeit um das Fahrzeug. Der GPS-Empfänger als der Positionierungssensor 30a erfasst sequenziell Koordinateninformationen (Breitengrad, Längengrad, Höhe), die die aktuelle Position des Fahrzeugs angeben, und gibt diese aus. Der GPS-Empfänger ist dazu konfiguriert, Daten wie beispielsweise die GPS-Doppler-Geschwindigkeit, die Anzahl und die Elevationswinkel der erfassten Positionierungssatelliten, die Pseudoentfernung, das SN-Verhältnis des empfangenen Satellitensignals und das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein der Verwendung der Korrekturinformationen auszugeben. Informationen wie beispielsweise der Elevationswinkel, das SN-Verhältnis und der Verwendungsstatus der Korrekturinformationen entsprechen einem Index, der die Genauigkeit des Positionierungsergebnisses angibt. Obwohl der Aspekt der Verwendung des GPS als ein GNSS (Global Navigation Satellite System) hier als Beispiel offenbart wird, kann das von dem Fahrzeug verwendete GNSS GLONASS, BeiDou, Galileo, IRNSS oder dergleichen sein.

[0026] Ferner können z.B. der Belagszustand und Unebenheiten der Straße, auf der das Fahrzeug fährt, Fugen zwischen der Brücke und anderen Straßen und dergleichen von einem Sensor oder dergleichen erfasst werden, der die Schwingungen des Fahrzeugs detektiert. Diese Straßenbelagszustände, Unebenheiten, Fugen und dergleichen können auch als Orientierungspunkte **63** zur Spezifizierung der Position auf der Karte übernommen werden.

[0027] Der Hauptprozessor **40** ist kommunikativ mit dem Bildprozessor **20** und dem vorstehend beschriebenen Sensor **30** verbunden und berechnet und verarbeitet verschiedene Informationen, die von dem Bildprozessor **20** und dem Sensor **30** eingegeben werden. Der Hauptprozessor **40** erzeugt beispielsweise eine Fortbewegungs-Bewegungsbahn bzw. eine Fahrtrajektorie, auf der das Fahrzeug voraussichtlich fahren wird, basierend auf der Geschwindigkeit, der Beschleunigung und der Gierrate des Fahrzeugs. Das heißt, der Hauptprozessor **40** erzeugt einen Fortbewegungsplan (einen sogenannten Durchfahrtsplan) für das autonome Fahren. Der Durchfahrtsplan beinhaltet nicht nur die Festlegung der Fahrtrajektorie, sondern auch die Bestimmung des Lenkungssteuerungsbetrags zu jedem Zeitpunkt, die Zielgeschwindigkeit des Fahrzeugs und den Zeitpunkt der Übertragung der Fahrbefugnis an die Insassen. Als die Gierrate, die Beschleunigung in Front-Heck-Richtung und die Beschleunigung in Querrichtung können Werte verwendet werden, die von dem Bildprozessor **20** aus dem von der Kamera **10** aufgenommenen Bild unter Verwendung der SfM-Technik erfasst wurden. Zum Beispiel kann der Hauptprozessor **40** dazu konfiguriert sein, den Ausgangswert des Gierratensensors **30** zu verwenden, wenn der Bildprozessor **20** die Gierrate nicht erkennen kann. Allgemein kann die Gierrate, die aus dem von der Kamera aufgenommenen Bild ermittelt wurde, genauer sein als die von dem Gierratensensor erfasste Gierrate. Daher kann der Hauptprozessor **40** die Genauigkeit der Koppelnavigation durch z.B. Verwenden des von dem Bildprozessor **20** erfassten Werts als Gier-

rate verbessern. Dabei können die auf der Bildanalyse basierende Gierrate und die von dem Sensor **30** abgeleitete Gierrate in einer komplementär kombinierenden Weise verwendet werden. Ferner erzeugt der Hauptprozessor **40** eine Fahrhistorie, die die tatsächlich gefahrene Strecke angibt, basierend auf der Historie der eigenen Fahrzeugposition, die durch Koppelnavigation oder eine später beschriebene Lokalisierung bestimmt wird.

[0028] Ferner erzeugt der Hauptprozessor **40** eine Trajektorie (insbesondere Formdaten wie beispielsweise Krümmung und Breite) auf der Fortbewegungsstraße basierend auf der Fahrspurmarkierung, die auf der Grundlage des von der Kamera **10** erfassten Bilds erfasst wurde. Ferner berechnet der Hauptprozessor **40** die Positionskoordinaten (nachstehend auch als Beobachtungskoordinaten bezeichnet) im globalen Koordinatensystem von Merkmalen wie beispielsweise Orientierungspunkten **63** und Fahrbahnmarkierungen, die von dem Bildprozessor **20** extrahiert wurden.

[0029] Die Positionskoordinaten des Merkmals können durch Kombinieren der aktuellen Position des eigenen Fahrzeugs und der Relativpositionsinformation des Merkmals in Bezug auf das eigene Fahrzeug spezifiziert werden. Die relative Position (d. h. der Abstand und die Richtung) des Merkmals in Bezug auf das eigene Fahrzeug kann auf der Grundlage der Größe und der Stellung (z.B. des Neigungsgrads) des Merkmals in dem Bild spezifiziert werden. Der Hauptprozessor **40** schätzt grob die Anfangskoordinaten des Fahrzeugs in dem globalen Koordinatensystem, z.B. mittels GPS. Dann werden die relativen Koordinaten aus den Anfangskoordinaten des Fahrzeugs, die durch Integration des Geschwindigkeitsvektors des Fahrzeugs berechnet werden, geschätzt. Dies ergibt eine grobe aktuelle Position des Fahrzeugs in dem globalen Koordinatensystem. Ferner werden aus einem Bild mit SfM- (Structure from Motion)-Informationen die relative Entfernung und die Richtung von Merkmalen, wie beispielsweise Orientierungspunkten und Fahrbahnmarkierungen, zu dem Fahrzeug berechnet. Als ein Ergebnis können die globalen Koordinaten der Position, an der das Merkmal, wie beispielsweise ein Orientierungspunkt, existiert, erhalten werden. Der relative Abstand und die Richtung des Orientierungspunkts ausgehend von dem Fahrzeug können unter Verwendung von Informationen aus einem Millimeterwellen-Radar oder Laser-Radar (nicht gezeigt) berechnet werden. Die Koordinatenberechnung des Merkmals kann von dem Bildprozessor **20** ausgeführt werden.

[0030] Merkmalsinformationen und Spurinformationen als ein Ergebnis der Berechnung, Verarbeitung oder Erfassung durch den Hauptprozessor **40** werden vorübergehend im Speicher **80** gespeichert. Die Merkmalsinformationen sind Informationen, die die Positionskoordinaten, die Form und die Größe des durch Bilderkennung spezifizierten Merkmals angeben. In dem Speicher **80** wird jedes Objekt durch z.B. eine Gruppe von Koordinatenpunkten repräsentiert, die entlang der Kontur des Merkmals angeordnet sind. Als die Ausdrucksform für die Form und die Position des Merkmals können verschiedene Modi gewählt werden. Zum Beispiel können die Form und die Position des Merkmals durch ein Polynom dargestellt werden.

[0031] Die Merkmalsinformationen können grob in Orientierungspunktinformationen und Fahrspurmarkierungsinformationen unterteilt werden. Die Markierungsinformationen umfassen die Art der Markierung, Koordinateninformationen, Farbe, Größe, Form und dergleichen. Als Art des Orientierungspunkts kann ein Schild, ein Verkehrssignal, ein Schild, ein Pfosten, ein Fußgängerüberweg, eine Straßenmarkierung (z.B. eine Haltelinie), ein Schacht und dergleichen verwendet werden. Die Fahrspurmarkierung kann auch als Landmarke übernommen werden. Die Fahrspurmarkierungsinformationen umfassen beispielsweise Positionsinformationen der Fahrspurmarkierung und Informationen, die angeben, ob die Fahrspurmarkierung durch eine durchgezogene Linie, eine gestrichelte Linie oder ein Punktmuster eines Bots realisiert ist. Die Positionsinformationen der Fahrspurmarkierung werden als eine Koordinatengruppe (d. h. eine Punktwolke) der Punkte ausgedrückt, an denen die Fahrspurmarkierung gebildet wird. Als ein weiterer Aspekt können die Positionsinformation der Fahrspurmarkierung durch ein Polynom dargestellt werden. Die Positionsinformationen der Fahrspurmarkierung können ein Satz von Liniensegmenten (d. h. eine Gruppe von Linien) sein, die durch ein Polynom dargestellt werden.

[0032] Darüber hinaus führt der Hauptprozessor **40** verschiedene Prozesse aus, die mit der Kartennutzung und der Kartenaktualisierung (oder -erstellung) zusammenhängen. Als einen Prozess im Zusammenhang mit der Kartenaktualisierung führt der Hauptprozessor **40** z.B. ein Herunterladen von Karteninformationen, ein Hochladen von Sensordaten, eine Auswahl von Orientierungspunkten, die für die Lokalisierung verwendet werden, und dergleichen aus. Einige spezifische Beispiele für verschiedene Prozesse mit Bezug zu Kartennutzung und Kartenaktualisierung (oder Kartenerstellung) werden später im Einzelnen beschrieben.

[0033] Das Kommunikationsmodul **50** ist zwischen dem Hauptprozessor **40** und dem Server **3** angeordnet, so dass der Hauptprozessor **40** und der noch zu beschreibende Server **3** miteinander kommunizieren können. Das Kommunikationsmodul **50** überträgt die von dem Hauptprozessor **40** zugeführten bzw. eingegebenen Sensordaten an den Server **3**. Ferner empfängt das Kommunikationsmodul **50** die Karteninfor-

mationen und verwandte Informationen, die in dem Server **3** gespeichert sind, und speichert sie in dem Speicher **80**. Der Hauptprozessor **40** ist dazu konfiguriert, auf der Grundlage der über das Kommunikationsmodul **50** empfangenen und in dem Speicher **80** gespeicherten Karteninformationen verschiedene Steuerungen wie beispielsweise Lenksteuerung, Beschleunigung und Bremsen des Fahrzeugs auszuführen.

[0034] Die HMI **60** ist eine Benutzerschnittstelle zum Benachrichtigen des Benutzers über verschiedene Informationen und um einen vorbestimmten Betriebsablauf des Benutzers an das Fahrzeug zu übertragen. Als die HMI **60** kann z.B. eine an einer Fahrzeugnavigationsvorrichtung angebrachte Anzeige, eine in eine Instrumententafel eingebaute Anzeige, eine auf eine Windschutzscheibe projiziertes Head-Up-Anzeige, ein Mikrofon, ein Lautsprecher und dergleichen verwendet werden. Ferner kann auch ein mobiles Endgerät, wie beispielsweise ein Smartphone, das kommunikativ mit dem Fahrzeug verbunden ist, eine HMI **60** in dem Kartensystem **1** sein.

[0035] Zusätzlich zu einem visuellen Abrufen der auf der HMI **60** angezeigten Informationen kann der Benutzer die Informationen auch per Sprache, Warnton oder Vibration erhalten. Darüber hinaus kann der Benutzer die Fahrzeugvorrichtung durch Berührungsbedienung des Anzeige oder durch Sprachbedienung auffordern, einen gewünschten Betriebsablauf auszuführen.

[0036] Wenn z.B. der Benutzer beabsichtigt, einen Dienst fortgeschrittener Fahrunterstützung wie beispielsweise automatisches Lenken durch Nutzung der Karteninformationen zu erhalten, aktiviert der Benutzer die Funktion über die HMI **60**. Zum Beispiel aktiviert ein Antippen der auf der Anzeige angezeigten Schaltfläche „Kartenverknüpfung“ die Kartennutzungsfunktion und beginnt das Herunterladen von Karteninformationen. In einem anderen Beispiel wird die Kartennutzungsfunktion durch Eingeben eines Sprachbefehls aktiviert. Die Karteninformationen, die sich auf die Kartenaktualisierung beziehen, können durch Antippen der Schaltfläche „Kartenverknüpfung“ jederzeit hochgeladen werden, während die Kommunikation zwischen dem Fahrzeug und dem Server **3** besteht oder während die Kartennutzungsfunktion wirksam ist. Sie kann durch eine andere Benutzeroberfläche aktiviert werden, die die Anforderungen des Benutzers widerspiegelt.

[0037] Der Aktuator **70** beinhaltet z.B. eine Bremsvorrichtung (einen sogenannten Bremsaktuator), eine elektronische Drosselklappe, einen Lenkaktuator und dergleichen. Der Aktuator **70** ist ein Hardware-Element, das sich auf zumindest eines von Beschleunigung, Verzögerung und Lenkung des Fahrzeugs bezieht.

[0038] Der Speicher **80** ist unter Verwendung eines flüchtigen Speichers wie beispielsweise RAM realisiert. Der Speicher **80** kann unter Verwendung eines nichtflüchtigen Speichers wie beispielsweise eines Flash-Speichers realisiert sein. Der Speicher **80** kann sowohl einen flüchtigen Speicher als auch einen nichtflüchtigen Speicher beinhalten. Hierin umfasst als ein Beispiel der Speicher **80** eine Temporärspeichereinheit 81, die einen flüchtigen Speicher verwendet, und eine Speichereinheit 82, die einen nichtflüchtigen Speicher verwendet. Die Speichereinheit 82 speichert ein Programm (nachstehend als ein Fahrzeugprogramm bezeichnet), um den Hauptprozessor **40** zu veranlassen, eine Verarbeitung wie beispielsweise die Erzeugung von Sensordaten auszuführen. Das Fahrzeugprogramm kann in einem nichtflüchtigen materiellen Speichermedium gespeichert sein.

[Lokalisierung]

[0039] Der Hauptprozessor **40** identifiziert (d. h. lokalisiert) die detaillierte Position des eigenen Fahrzeugs durch Prüfen bzw. Vergleichen der Orientierungspunktkoordinaten, die auf der Grundlage des in Echtzeit aufgenommenen Bilds berechnet wurden, in Echtzeit mit den Orientierungspunktekoordinaten, die in den von dem Server **3** heruntergeladenen Karteninformationen enthalten sind.

[0040] Beispielsweise führt der Hauptprozessor **40** eine Longitudinallokalisierung bzw. Längslokalisierung bzw. Lokalisierung in Längsrichtung unter Verwendung von Orientierungspunkten wie beispielsweise Richtungsschildern, Ampeln, Verkehrszeichen und Haltelinien durch. Die Längsrichtung entspricht dabei der Front-Heck-Richtung des Fahrzeugs. Darüber hinaus entspricht die Längsrichtung der Richtung, in die sich die Straße von dem eigenen Fahrzeug aus gesehen in dem geraden Straßenabschnitt erstreckt (nachstehend auch als Straßenerstreckungsrichtung bezeichnet). Die Längslokalisierung entspricht dem Prozess des Spezifizierens der Position des eigenen Fahrzeugs in der Straßenerstreckungsrichtung. Als ein Ergebnis der Bildanalyse wird z.B. in einer Situation, in der der Abstand zu dem vor dem eigenen Fahrzeug befindlichen Richtungsschild mit 100 Metern spezifiziert ist, bestimmt, dass sich das eigene Fahrzeug an der Position befindet, die von den in den Kartendaten registrierten Positionskoordinaten des Richtungsschildes um 100 Meter zu der eigenen Fahrzeugseite abweicht. Durch Durchführen einer solchen Längslokalisierung kann die detaillierte Restentfernung zu dem Merkmalspunkt (mit anderen Worten, dem POI; Point Of Interest) auf der Straße, wie beispielsweise Kreuzungen, Kurveneingänge/- ausgänge, Tunneleingänge/-ausgänge und das Ende von Verkehrsstaus, ermittelt werden.

[0041] Ferner führt der Hauptprozessor **40** eine Laterallokalisierung bzw. Querlokalisierung bzw. eine Lokalisierung in Seitenrichtung unter Verwendung von Orientierungspunkten wie beispielsweise Fahrbahnmarkierungen, Straßenrändern und Leitplanken durch. Die Querlokalisierung bezieht sich auf ein Spezifizieren der Fahrspur und ein Spezifizieren der detaillierten Position des eigenen Fahrzeugs in der Fahrspur (d. h. den Betrag bzw. das Ausmaß des Versatzes von der Mitte der Fahrspur nach links und nach rechts). Die laterale bzw. seitliche Richtung hierin bezieht sich auf die Fahrzeugbreitenrichtung und die Fahrbahnbreitenrichtung. Die Querlokalisierung wird z.B. basierend auf dem von dem Bildprozessor **20** erfassten Abstand zum / zu linken und rechten Fahrbahnrand / Fahrbahnmarkierungen erzielt. Beispielsweise dann, wenn der Abstand von dem linken Fahrbahnrand zu der Fahrzeugmitte mit 1,75 Metern angegeben ist, wird bestimmt, dass sich das eigene Fahrzeug an einer ausgehend von den Koordinaten des linksseitigen Straßenendes um 1,75 Meter nach rechts verschobenen Position befindet. Die Fahrzeugposition als ein Ergebnis der Lokalisierung kann durch ein Koordinatensystem (z.B. Breitengrad, Längengrad, Höhe) ähnlich zu den Kartendaten repräsentiert werden. Die Fahrzeugpositionsinformationen können in einem beliebigen absoluten Koordinatensystem ausgedrückt werden, wie beispielsweise WGS84 (World Geodetic System 1984). Ferner können die Fahrzeugpositionsinformationen durch ein lokales Koordinatensystem repräsentiert werden, das eine Position in einer noch zu beschreibenden Kartenkachel bzw. eines noch zu beschreibenden Kartenfelds angibt.

[0042] Hierin sind als ein Beispiel die Art des Orientierungspunkts, die für die Längslokalisierung verwendet wird, und die Art des Orientierungspunkts, die für die Querlokalisierung bzw. Querrichtung verwendet wird, unterschiedlich. Als ein weiterer Aspekt kann hierin der Hauptprozessor **40** dazu konfiguriert sein, die Längs- und Querlokalisierung unter Verwendung eines Orientierungspunkts durchzuführen. Wenn eine Vielzahl von Orientierungspunkten erfasst wird, kann die Lokalisierung unter Verwendung des Orientierungspunkts durchgeführt werden, der dem eigenen Fahrzeug am nächsten ist. Wenn der Hauptprozessor **40** beispielsweise eine Vielzahl von Orientierungspunkten (z.B. Richtungsschilder) vor dem eigenen Fahrzeug erfasst, verwendet der Hauptprozessor **40** denjenigen unter der Vielzahl von Orientierungspunkten, der dem eigenen Fahrzeug am nächsten ist, um die Längslokalisierung durchzuführen. Was die Erkennungsgenauigkeit der Art und der Entfernung eines Objekts auf der Grundlage eines Bilds oder dergleichen betrifft, so ist die Erkennungsgenauigkeit umso höher, je näher das Objekt dem Fahrzeug ist. Das heißt, wenn eine Vielzahl von Orientierungspunkten erkannt wird, kann die Positionsschätzungsgenauigkeit durch die Konfiguration verbessert werden, in der der dem Fahrzeug am nächsten liegende Orientierungspunkt zur Lokalisierung verwendet wird.

[0043] Der Hauptprozessor **40** lokalisiert sequenziell in vorbestimmten Positionsberechnungsintervallen, solange die Orientierungspunkte erkannt (also erfasst) werden können. Das Positionsberechnungsintervall beträgt z.B. 100 Millisekunden. Das Positionsberechnungsintervall kann 200 Millisekunden oder 400 Millisekunden betragen. Das Positionsberechnungsintervall kann in Übereinstimmung mit der Art der Straße, auf der sich das eigene Fahrzeug fortbewegt (nachstehend als „Fahrstraße“ bezeichnet), der Fahrzeuggeschwindigkeit und der äußeren Umgebung geändert werden. Wenn beispielsweise auf einem Straßenabschnitt gefahren wird, bei dem die verbleibende Entfernung zu einer Kurve oder Kreuzung innerhalb von 0,5 km liegt, kann das Intervall auf einen Wert (z.B. 100 Millisekunden) festgelegt werden, der kürzer ist als ein vorbestimmtes Standardintervall (z.B. 200 ms). In der Nähe von Kurven und Kreuzungen ist es notwendig, hochgenaue Positionsinformationen des eigenen Fahrzeugs in Bezug auf diese Merkmale zu erhalten. In einer Szene, in der eine relativ fortschrittliche/präzise Fahrzeugsteuerung (z.B. Lenksteuerung) durchgeführt wird, wie beispielsweise in einer Kurve oder an einer Kreuzung, ist es möglich, die Genauigkeit der Positionsinformationen des eigenen Fahrzeugs durch Festlegen des Positionsberechnungsintervalls so, dass es kurz ist, zu verbessern. Das heißt, durch die Bereitstellung eines Modus, in dem die Positionsberechnungsintervalle kurz gemacht sind, ist es möglich, die Fahrzeugsteuerung basierend auf den Positionsinformationen des eigenen Fahrzeugs in einer Szene, in der eine relativ hohe/präzise Fahrzeugsteuerung, wie beispielsweise in einer Kurve, durchgeführt wird, geeigneter durchzuführen. Andererseits kann durch Bereitstellen eines Modus, in dem das Positionsberechnungsintervall lang ist, die Verarbeitungslast des Hauptprozessors **40** reduziert werden.

[0044] Der Hauptprozessor **40** führt die Lokalisierung sequenziell durch, wenn die Kartennutzungsfunktion vom Benutzer aktiviert wird und detaillierte Kartendaten in der Nähe der aktuellen Position erfasst werden können. Ob der Hauptprozessor **40** eine Lokalisierung durchführt oder nicht, kann je nach Art der Fahrstrecke geändert werden. Wenn die Fahrstrecke z.B. eine Autobahn ist, kann die Lokalisierung durchgeführt werden, aber die Fahrstrecke eine allgemeine Straße ist, kann die Lokalisierung nicht durchgeführt werden. Die Autobahn ist hierin eine Straße, deren Betreten durch Fußgänger prinzipiell verboten ist, und beinhaltet gebührenpflichtige Straßen wie beispielsweise Schnellstraßen. Autostraßen beinhalten auch allgemeine Straßen, auf denen das Befahren mit anderen Fahrzeugen als Autos verboten ist. Die Ausführung / Nichtausführung der Lokalisierung durch den Hauptprozessor **40** kann durch

den Hauptprozessor **40** bestimmt oder durch den Server **3** gesteuert werden, basierend auf dem Wartungszustand der Kartendaten, der Art des Fahrwegs und dergleichen.

[0045] Der Hauptprozessor **40** führt eine Koppelnavigation (d. h. Dead Reckoning oder autonome Navigation) unter Verwendung der Gierrate und der Fahrzeuggeschwindigkeit durch, wenn keine Lokalisierung durchgeführt werden kann (z.B. wenn kein Orientierungspunkt erfasst wird) oder wenn die Kartennutzungsfunktion nicht aktiviert ist. Die Gierrate, die für die Koppelnavigation verwendet wird, kann eine Gierrate sein, die von dem Bildprozessor **20** unter Verwendung der SfM-Technologie erkannt wird, oder kann von einem Gierratensensor erfasst werden.

[0046] Der Hauptprozessor **40** gibt eine entsprechende Anweisung an den Aktuator **70** zum Betreiben der an dem Fahrzeug angebrachten Hardware aus, basierend auf der aktuellen Position und den durch Lokalisierung oder Koppelnavigation spezifizierten Kartendaten des eigenen Fahrzeugs. Dadurch werden das automatische Fahren und die Fahrunterstützung realisiert. Der Hauptprozessor **40** steuert auch das Aufleuchten von Lampen wie Blinkern, Warnblinkern und Scheinwerfern gemäß einem Fahrplan, der von dem Hauptprozessor **40** selbst oder einer anderen elektronischen Steuereinheit bzw. ECU (z.B. einer elektronischen Steuereinheit für autonomes Fahren) erzeugt wird.

[Beispiel einer Fahrzeugsteuerung durch Nutzen von Karten]

[0047] Durch Erfassen von POI-Informationen einer Mautstelle oder dergleichen, die sich in einer gewissen Entfernung (zum Beispiel 200 Meter) vor der aktuellen Position befindet, aus den Kartendaten kann der Hauptprozessor **40** das Fahrzeug steuern, wie beispielsweise für einen Spurwechsel und eine Verzögerung mit ausreichendem Spielraum (also sicherer) steuern. Der POI hierin bezieht sich auf einen Punkt, der aus Sicht der Fahrzeugsteuerung und des Durchfahrtsplans anzumerken ist. Der POI beinhaltet z.B. Kartenelemente, die die Fahrzeugfortbewegungssteuerung beeinflussen, wie beispielsweise Kurveneingänge/-ausgänge, Tunneleingänge/-ausgänge sowie Anfang und Ende von Verkehrsstaus. Der POI beinhaltet einen statischen POI entsprechend statischen Karteninformationen und einen dynamischen POI entsprechend dynamischen Karteninformationen. Ein dynamischer POI bezieht sich auf die Endposition oder die Spitzenposition in einem Stau.

[0048] Die Nützlichkeit der Kartennutzung wird hierin beispielhaft am Fall des automatischen Fahrens eines Fahrzeugs unter Verwendung von Kartendaten beschrieben. Darüber hinaus gibt es ACC als eine Anwendung (nachstehend auch als eine Applikation bezeichnet), die sich auf die automatische Steuerung eines Fahrzeugs bezieht. ACC ist eine Abkürzung für Adaptive Cruise Control und bezieht sich auf eine Funktion, ein Fahrzeug automatisch so zu steuern bzw. fahren, dass der Abstand zwischen dem Fahrzeug und dem vorausfahrenden Fahrzeug innerhalb eines Bereichs konstant ist, in dem die Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs einen vorbestimmten oberen Grenzwert nicht überschreitet. Darüber hinaus beinhaltet die Anwendung, die sich auf die automatische Fahrzeugsteuerung bezieht (nachstehend auch als die Fahrzeugsteuerungsanwendung bezeichnet), eine Anwendung, die das Fahrzeug so steuert bzw. fährt, dass die Mitte der Fahrspur beibehalten wird (nachstehend als die Spurhalteanwendung bezeichnet), oder eine Funktion zur Unterstützung oder automatischen Ausführung von Betriebsabläufen, die sich auf den Fahrspurwechsel beziehen (nachstehend als die Spurwechselanwendung bezeichnet).

[0049] Bei der Spurhalteanwendung ist es z.B. notwendig, die Form der Fahrspur (wie beispielsweise die Krümmung und dergleichen) vor dem Fahrzeug im Voraus zu erfassen und das Lenkungsbetätigungsausmaß. Wenn jedoch die Vorderseite des Fahrzeugs eine tote Ecke ist oder das Sichtfeld durch das vorausfahrende Fahrzeug behindert wird, kann die Kamera **10** die Form der Fahrspur vor dem Fahrzeug möglicherweise nicht erkennen. Darüber hinaus kann es für die Kamera **10** schwierig sein, die Form der vorausliegenden Fahrspur zu erkennen, wenn Witterungsbedingungen wie beispielsweise Regen oder Schnee die Sicht nach vorne beeinträchtigen. In solchen Fällen kann durch Erfassen der Krümmung der vorausliegenden Straße unter Verwendung von Kartendaten und Ergänzen des Erfassungsergebnisses der Kamera **10** das Risiko einer Unterbrechung der Spurhalteanwendung verringert werden (mit anderen Worten, die Anwendung kann weiter ausgeführt werden).

[0050] Ferner ist es bei ACC notwendig, die Krümmung der Straße vor dem Fahrzeug im Voraus zu erkennen und die Geschwindigkeit anzupassen. Beispielsweise kann eine Steuerung zum Verzögern auf eine vorbestimmte Soll- bzw. Zielgeschwindigkeit vor der Kurve ausgeführt werden, so dass das Fahrzeug sanft und sicher durch die Kurve fahren kann. Wie vorstehend beschrieben wurde, kann es jedoch für die Kamera **10** abhängig von dem vorausfahrenden Fahrzeug, den Wetterbedingungen und der Straßenform schwierig sein, die Form der Fahrspur voraus zu erkennen. Im Ansprechen auf eine solche Schwierigkeit ist es in Übereinstimmung mit der Konfiguration, in der die Krümmung der sich voraus befindenden Straße im Voraus unter Verwendung von Kartendaten erfasst wird, selbst wenn die Krümmung der sich voraus befindenden Straße von der Kamera **10**

nicht erfasst werden kann, zu dem Zeitpunkt, zu dem das Fahrzeug in den Kurvenabschnitt einfährt, möglich, automatisch auf die Zielgeschwindigkeit entsprechend der Krümmung der sich voraus befindenden Kurve abzubremsen.

[0051] Ferner kann sich das Fahrzeug dann, wenn die ACC-Funktion eingeschaltet ist, in Übereinstimmung mit der Geschwindigkeit des vorausfahrenden Fahrzeugs mit einer Geschwindigkeit fortbewegen, die niedriger ist als eine vorbestimmte Soll- bzw. Zielgeschwindigkeit. Unter solchen Umständen, wenn sich das vorausfahrende Fahrzeug aufgrund eines Fahrspurwechsels oder dergleichen bewegt (mit anderen Worten, wenn das vorausfahrende Fahrzeug die Vorderseite des eigenen Fahrzeugs verlässt), beschleunigt die ACC-Funktion das Fahrzeug normalerweise auf eine vorbestimmte Zielgeschwindigkeit. Es gibt jedoch einige Abschnitte, wie beispielsweise vor der Mautstelle und der Ausfahrt der Schnellstraße, wo eine Beschleunigung aufgrund des Verschwindens des vorausfahrenden Fahrzeugs möglicherweise nicht angemessen ist. Im Ansprechen auf eine solche Situation kann in Übereinstimmung mit der Kartennutzungsfunktion bestimmt werden, ob sich die aktuelle Position in einem Straßenabschnitt befindet, in dem eine Beschleunigung aufgrund der Kartendaten vorzuziehen ist. Wenn die aktuelle Position vor der Mautstelle liegt (z.B. innerhalb von 200 Metern), kann die Beschleunigung auf die Zielgeschwindigkeit abgebrochen werden. Das heißt, durch die Verwendung der Kartendaten kann das Risiko, eine unnötige Beschleunigung durchzuführen, reduziert werden. Der Abschnitt, in dem eine Beschleunigung auf die ACC-Sollgeschwindigkeit nicht wünschenswert ist, bezieht sich auf die Nähe einer Mautstelle, die Ausfahrt einer Schnellstraße, die Nähe einer Kreuzung, eine scharfe Kurve oder dergleichen.

[0052] Obwohl vorstehend verschiedene Beispiele offenbart wurden, ist die Fahrzeugsteuerung unter Nutzung einer Karte nicht auf die vorstehend genannten Beispiele beschränkt. Die Kartendaten sind auch dann nützlich, wenn der Insasse auf dem Fahrersitz (ein sogenannter Fahrer) die Fahrberechtigung bzw. Fahrautorität hat. Die POI-Informationen, wie beispielsweise Staus, die sich in einer bestimmten Entfernung von der aktuellen Position befinden, können dem Fahrer als unterstützende Informationen für Fahrbetriebsabläufe mitgeteilt werden.

[Erzeugung von Sensordaten durch den Hauptprozessor]

[0053] Der Hauptprozessor **40** überträgt einen Datensatz, der die Fahrtrajektorieninformationen, die Fahrtrouteninformationen und die in dem Speicher **80** gespeicherten Merkmalsinformationen beinhaltet, als Sensordaten an den Server **3**. Die Fahrtrajektorieninformationen sind Informationen, die die Trajektorie bzw. Fortbewegungsbahn angibt, auf der sich das eigene Fahrzeug fortbewegt hat. Zum Beispiel werden die Fahrtrajektorieninformationen als eine Sequenz von Punkten der eigenen Fahrzeugposition ausgedrückt. Die Fahrtrouteninformationen sind Informationen, die die Fahrtroute des Endes und der Mittellinie des Fahrwegs angibt. Das Ende des Fahrwegs und dergleichen kann auch durch eine Gruppe von Koordinatenpunkten repräsentiert werden. Die Fahrtrouteninformationen geben direkt oder indirekt die Straßenform an, wie beispielsweise die Krümmung und die Breite der Straße.

[0054] Genauer erfasst der Hauptprozessor **40** sequenziell Merkmalsinformationen, Fahrtrouteninformationen und Positionskoordinaten des eigenen Fahrzeugs (nachstehend als Erkennungsergebnisse bezeichnet), die durch Bilderkennung oder dergleichen erhalten wurden, und speichert die Informationen in dem Speicher **80** in chronologischer Reihenfolge, um eine Verbindung zu der Erfassungszeit (mit anderen Worten, der Beobachtungszeit) herzustellen. Das Erkennungsergebnis der Merkmalsinformationen oder dergleichen wird sequenziell (z.B. alle 100 Millisekunden) z.B. durch den Bildprozessor **20** bereitgestellt. Die Merkmalsinformationen können sequenziell durch den Hauptprozessor **40** in Zusammenarbeit mit dem Bildprozessor **20** erzeugt werden.

[0055] Die zu jedem Zeitpunkt in dem Speicher **80** gespeicherten Erkennungsergebnisdaten werden in vorbestimmten Hochladeintervallen kollektiv hochgeladen. Das Hochladeintervall ist z.B. auf K (K ist eine natürliche Zahl) mal dem Ausführungszyklus des Bilderkennungsprozesses festgelegt. Wenn eine Gleichung
$K \geqq 2$ erfüllt ist, lädt der Hauptprozessor **40** die Daten hoch, in denen das Erkennungsergebnis innerhalb einer bestimmten Zeitspanne, die in dem Speicher **80** gespeichert ist, als Sensordaten gepackt ist. Hierin ist als ein Beispiel $K = 4$ festgelegt. Das heißt, der Hauptprozessor **40** lädt die Daten hoch, in welchen das Erkennungsergebnis innerhalb von 400 Millisekunden als Sensordaten gepackt ist. Die Daten, die die Fahrzeugpositionen zu einer Vielzahl von Zeitpunkten beinhalten, entsprechen den vorstehend erwähnten Fahrtrajektorieninformationen.

[0056] Die von dem Fahrzeug sequenziell übertragenen Sensordaten werden in dem Server **3** in einem vorbestimmten Speicher- / Verwaltungsformat gespeichert. Zum Beispiel speichert der Server **3** Sensordaten, die sequenziell von demselben Fahrzeug übertragen werden, um sie in einer Länge zu kombinieren, die eine vorbestimmte Anzahl von Orientierungspunkten beinhaltet. Die Länge der Sensordaten kann einer Einheit von Straßensegmenten entsprechen. Ein Straßensegment ist eine Straßenverwaltungseinheit in Kartendaten. Ein Straßensegment ist eine Unterteilung von Straßen nach vorbestimm-

ten Regeln. Das Straßensegment kann z.B. einer Straßenverbindung entsprechen. Die Straßenverbindung bezieht sich hierin auf einen Straßenabschnitt, der Straßenknoten verbindet, die Kreuzungen und Endpunkte von Straßen angeben. Alternativ kann das Straßensegment eine weitere Unterteilung der Straßenverbindung sein. Der Straßenabschnitt kann eine Straße sein, die durch eine vorbestimmte Länge (z.B. alle 10 Meter) unterteilt ist.

[0057] Hierin ist als ein Beispiel definiert, dass jedes Fahrzeug (eigentlich das fahrzeugseitige System **2**) Daten hochlädt, die die Fahrtrajektorie des Fahrzeugs und den Straßenrand und dergleichen in einer Koordinatenpunktsequenz ausdrücken, alternativ, als weiterer Aspekt, können die Fahrtrajektorie und Straßenränder, Fahrbahnmittellinien und dergleichen durch Polynome repräsentiert werden. Ferner kann der Hauptprozessor **40** anstelle der Fahrzeugpositionsinformationen das Positionierungsergebnis durch GPS, die SfM-Informationen und die Fahrzeuggeschwindigkeitsinformationen hochladen, und kann der Server **3** dazu konfiguriert sein, die Fahrzeugposition zu jedem Zeitpunkt basierend auf den Informationen zu berechnen. In einem Aspekt entsprechen die in den Sensordaten enthaltenen Merkmalsinformationen und Fahrtrajektorieninformationen den Informationen für den Server **3**, um die statische Karte (nachstehend statische Informationen) zu erzeugen.

[0058] Darüber hinaus können die Sensordaten dynamische Informationen beinhalten, die das Verhalten des Fahrzeugs angeben (nachstehend als Fahrzeugverhaltensinformationen bezeichnet), wie beispielsweise die Fahrzeuggeschwindigkeit innerhalb des letzten vorbestimmten Zeitintervalls, der Lenkwinkel, die Gierrate, Blinkerbetriebsinformationen, eine Fahrspur-ID und die relative Position in Bezug auf die Fahrspur. Die Fahrzeugverhaltensinformationen beinhalten Informationen über den Scheibenwischerbetrieb, die Schaltposition, die Ausrichtung der Karosserie, den Neigungswinkel der Karosserie, den Rollwinkel, den Fahrzeugzwischenabstand zum vorausfahrenden Fahrzeug und dergleichen. Die Relativpositionsinformationen in Bezug auf die Fahrspur beziehen sich auf den Betrag des Versatzes nach links und rechts in Bezug auf die Fahrspurmittellinie, ob die Fahrzeugkarosserie die Fahrspur überspannt und dergleichen.

[0059] Durch Erfassen von Fahrzeugverhaltensinformationen erfasst der Server **3** POI-Informationen, die quasi-dynamischen Karteninformationen entsprechen, wie beispielsweise einen Stauabschnitt oder einen Punkt, an dem sich ein Hindernis befindet, wie beispielsweise in herabfallendes Objekt oder ein geparktes Fahrzeug auf der Straße. Zum Beispiel nimmt der Server **3** das Ende der Fahrzeuggruppe, deren Fahrzeuggeschwindigkeit gleich oder kleiner als ein vorbestimmter Schwellenwert ist, als das hintere Ende des Verkehrsstaubschnitts an und legt den Punkt, der dem Stauende entspricht, als den dynamischen POI fest, der mit dem Stau in Verbindung steht. Ferner wird die Kopfposition der Fahrzeuggruppe, deren Fahrzeuggeschwindigkeit gleich oder kleiner als ein vorbestimmter Schwellenwert ist, als die Kopfposition des Verkehrsstauabschnitts angenommen, und wird die Kopfposition auf den dynamischen POI festgelegt. Ferner definiert der Server **3** einen Punkt, an dem eine bestimmte Anzahl von Fahrzeugen (z.B. 10 Fahrzeuge) oder mehr vorübergehend über Fahrspuren fahren oder Fahrspuren wechselt, als einen Ort, an dem sich Hindernisse wie herabfallende Objekte und auf der Straße geparkte Fahrzeuge befinden (nachstehend wird dies als ein als Hindernisexistenzpunkt bezeichnet). Dann wird der Hindernisexistenzpunkt auf den dynamischen POI festgelegt.

[0060] Die in dem Server **3** gespeicherten Kartendaten beinhalten ein Straßensegment 62, in welchem die Form der Straße durch eine kubische Spline-Kurve repräsentiert wird, und einen Orientierungspunkt **63**, der um das Straßensegment 62 herum existiert, wie beispielsweise in **Fig. 2** gezeigt ist. Das Straßensegment 62 und der Orientierungspunkt **63** haben jeweils Breiten-, Längen- und Höhenwerte. Der Orientierungspunkt **63** beinhaltet z.B. ein Verkehrsschild, und Informationen, die in Echtzeit von der Kamera **10** und verschiedenen Sensoren **30** als Zustandserfassungseinheit erfasst werden, sowie Informationen, deren Position bereits bestimmt wurde, sind auf der Karte integral konfiguriert bzw. in die Karte integriert. Die Karteninformationen werden auf der Grundlage der in Echtzeit gewonnenen Informationen sequenziell aktualisiert.

[0061] **Fig. 3** zeigt konzeptionell ein Beispiel der Struktur von Kartendaten. Wie in **Fig. 3** gezeigt ist, beinhalten die Kartendaten Straßennetzdaten, Fahrspurnetzdaten, Merkmalsdaten und POI-Daten. Alle Daten sind hierarchisch organisiert. Die Straßennetzdaten beinhalten eine Verbindungs-ID, eine Verbindungslänge, eine Anzahl von Fahrspuren und Verbindungsknoteninformationen (z.B. eine Knoten-ID) für jede Straßenverbindung sowie eine Knoten-ID, Positionskoordinaten und Verbindungsknoteninformationen (z.B. eine Verbindungs-ID) für jeden Straßenknoten. Die Fahrspurnetzdaten umfassen eine Fahrspur-ID, eine Verbindungs-ID auf Fahrspurebene, eine Verbindungslänge und Verbindungsknoteninformationen sowie eine Knoten-ID, Positionskoordinaten und Verbindungsknoteninformationen (z.B. die Verbindungs-ID) für jeden Fahrspurknoten. Die in den Fahrspurnetzdaten enthaltenen Verbindungsinformationen auf Fahrspurebene sind der in den Straßennetzdaten enthaltenen Straßenverbindung zugeordnet.

[0062] Die Merkmalsdaten beinhalten Fahrspurmarkierungsdaten und Orientierungspunktedaten. Die

Fahrspurmarkierungsdaten beinhalten eine Fahrspurmarkierungs-ID für jede Fahrspurmarkierung und eine Gruppe von Koordinatenpunkten, die einen Installationsabschnitt darstellen. Die Fahrspurmarkierungsdaten beinhalten Struktur- bzw. Musterinformationen wie beispielsweise gestrichelte Linien, durchgezogene Linien und Fahrbahnnägel. Die Fahrspurmarkierungsdaten sind Fahrspurinformationen (z.B. einer Fahrspur-ID oder einer Verbindungs-ID auf Fahrspurebene) zugeordnet. Die Orientierungspunktedaten repräsentieren die Position und die Art jeder Markierung. Die Form und die Position jedes Objekts werden durch eine Gruppe von Koordinatenpunkten repräsentiert. Die POI-Daten sind Daten, die die Position und die Art des Merkmals angeben, welches sich auf die Fahrpläne des Fahrzeugs, wie beispielsweise Abzweigungspunkte zum Verlassen der Hauptstraße, Zufahrten, Geschwindigkeitsbegrenzungs-Änderungspunkte, Spurwechselpunkte, Verkehrsstaus, Bauabschnitte, Kreuzungen, Tunnel, Mautstellen usw., auswirkt. POI-Daten beinhalten Art- und Ortsinformationen.

[0063] Darüber hinaus können die Kartendaten ein Fahrtrajektorienmodell beinhalten. Das Fahrtrajektorienmodell sind Spurdaten, die durch statistisches Integrieren der Fahrtrajektorien einer Vielzahl von Fahrzeugen erzeugt werden. Das Fahrtrajektorienmodell ist z.B. ein Durchschnitt von Fahrtrajektorien für jede Fahrspur. Das Fahrtrajektorienmodell entspricht Daten, die eine Fahrspur angeben, die während des automatischen Fahrens als eine Referenz dient.

[0064] Die Kartendaten können statische Karteninformationen und dynamische Karteninformationen beinhalten. Die statischen Karteninformationen sind hier Informationen über Merkmale, die sich wahrscheinlich nicht ändern werden, wie beispielsweise Straßennetze, Straßenformen, Straßenmarkierungen, Strukturen wie beispielsweise X-Leitplanken und Gebäude (z.B. Informationen über Merkmale, die innerhalb einer Woche bis eines Monats aktualisiert werden müssen). Statische Karteninformationen werden auch als eine Basiskarte bezeichnet. Dynamische Karteninformationen beziehen sich auf Informationen über Kartenelemente, deren Zustand sich in einem relativ kurzen Zeitraum ändert, wie beispielsweise Straßenbauinformationen und Informationen zur Verkehrsregelung. Die dynamischen Karteninformationen können in quasi-statische Informationen, quasi-dynamische Informationen und dynamische Informationen (nachstehend als hyperdynamische Informationen bezeichnet) klassifiziert werden, die sich in Übereinstimmung mit dem Erwartungswert der Zustandsdauer (mit anderen Worten, der Änderungsgeschwindigkeit) in Sekundenschnelle ändern. Quasistatische Informationen sind z.B. Informationen, die innerhalb von einer bis mehreren Stunden aktualisiert werden müssen. Straßenbauinformationen, Verkehrsregelungsinformationen, Verkehrsstauinformationen und Großraum-Wetterinformationen entsprechen den quasistatischen Informationen. Semidynamische Informationen sind z.B. Informationen, die alle 10 Minuten aktualisiert werden müssen. Die Position des hinteren Endes eines Verkehrstaus, Unfallinformationen, Nahbereichs-Wetterinformationen, herabfallende Objekte auf der Straße und dergleichen entsprechen den semidynamischen Informationen. Die hyperdynamischen Informationen sind z.B. Positionsinformationen eines sich bewegenden Körpers, wie beispielsweise eines Fahrzeugs oder eines Fußgängers, und ITS (Intelligent Transport Systems)-Informationen, wie beispielsweise der Leuchtzustand einer Ampel.

[0065] Hierin können in diesem Beispiel die von dem Kartensystem **1** verarbeiteten Kartendaten statische Karteninformationen, quasi-statische Karteninformationen und quasi-dynamische Informationen beinhalten. Alternativ können die von dem Kartensystem **1** verarbeiteten Karteninformationen nur statische Karteninformationen beinhalten. Sie können auch hyperdynamische Informationen beinhalten. Die statischen Karteninformationen und die dynamischen Karteninformationen können dazu konfiguriert sein, getrennt verwaltet (d. h. aktualisiert und verteilt) zu werden.

[0066] Der Server **3** speichert die Karteninformationen und aktualisiert die Karteninformationen durch den an den Server **3** angeschlossenen Serverprozessor **31**. Alle Kartendaten, die allen Kartenaufzeichnungsbereichen entsprechen, werden in eine Vielzahl von Ausschnitten bzw. Feldern bzw. Patches unterteilt und verwaltet. Jeder Patch entspricht Kartendaten für verschiedene Bereiche. Darüber hinaus kann sich jeder Patch in dem entsprechenden Bereich teilweise mit dem benachbarten Patch überlappen.

[0067] Die Kartendaten werden z.B. in Einheiten von Kartenkacheln gespeichert, bei welchen der Kartenaufzeichnungsbereich in quadratische Rechtecke von 2 km Seitenlänge unterteilt ist. Nachstehend wird der Einfachheit halber der reale Raumbereich (d. h. ein rechteckiger unterteilter Bereich), der von der Kartenkachel aufzuzeichnen ist, auch einfach als die Kartenkachel bezeichnet. Eine Vielzahl von Kartenkacheln sind zusammen mit den entsprechenden Breiten-, Längen- und Höhenangaben auf dem Server **3** gespeichert. Jeder Kartenkachel ist eine eindeutige ID (nachstehend als Kachel-ID bezeichnet) gegeben. Kartenkacheln entsprechen dem vorstehend beschriebenen, untergeordneten Konzept des Patches.

[0068] Die Größe der Kartenkachel kann beliebig verändert werden und ist nicht auf ein quadratisches 2 km-Rechteck beschränkt. Sie kann eine rechteckige Form von 1 km im Quadrat oder 4 km im Quadrat haben. Ferner kann die Kartenkachel sechseckig

oder kreisförmig sein. Jede Kartenkachel kann so festgelegt sein, dass sie benachbarte Kartenkacheln teilweise überlappt. Die Größe der Kartenkacheln kann von Schicht zu Schicht variieren. Beispielsweise kann die Kachelgröße von statischen Kartendaten auf 2 km im Quadrat festgelegt sein, während die Kachelgröße von dynamischen Kartendaten (insbesondere Kartendaten, die sich auf quasi-dynamische Informationen beziehen) auf 1 km im Quadrat festgelegt sein kann. Die Kachelgröße kann je nach Art der Straße, wie beispielsweise eine Schnellstraße und eine allgemeine Straße, unterschiedlich sein. Die Kachelgröße einer allgemeinen Straße kann vorzugsweise kleiner festgelegt werden als die Kachelgröße einer Schnellstraße. Darüber hinaus können allgemeine Straßen auch durch Fernstraßen und schmale Straßen unterschieden werden. In diesem Fall kann es vorteilhaft sein, dass die Kachelgröße der schmalen Straße kleiner als die der Fernstraße festgelegt ist. Das Kartenaufzeichnungsgebiet kann das gesamte Land sein, in dem das Fahrzeug eingesetzt wird, oder kann auch nur ein Teil des Gebiets. Das Kartenaufzeichnungsgebiet kann z.B. auf ein Gebiet beschränkt sein, in dem das automatische Fahren eines allgemeinen Fahrzeugs erlaubt ist, oder auf ein Gebiet, in dem ein automatischer Fahrbetriebsdienst bereitgestellt wird.

[0069] Ferner verwaltet (d. h. erzeugt, aktualisiert und verteilt) der Server **3** hier beispielhaft Kartendaten in Einheiten von Kartenkacheln, bei welchen der Kartenaufzeichnungsbereich in rechteckige Formen einheitlicher Größe unterteilt ist, alternativ ist er nicht darauf beschränkt. Die Größe und die Form der Kartenkacheln kann uneinheitlich sein. Das heißt, die Größe und die Form des patchkorrespondierenden Bereichs, der der Bereich der realen Welt ist, der jedem Patch entspricht (mit anderen Worten, der Bereich als ein Registrierungsziel), kann einheitlich oder unterschiedlich sein. Zum Beispiel kann eine Kartenkachel in einem ländlichen Gebiet, in dem die Dichte von Kartenelementen wie beispielsweise Orientierungspunkten wahrscheinlich relativ spärlich ist, größer sein als eine Kartenkachel in einem städtischen Gebiet, in dem Kartenelemente wie beispielsweise Orientierungspunkte wahrscheinlich dicht vorhanden sind. Beispielsweise können die Kartenkacheln in dem ländlichen Bereich eine rechteckige Form von 4 km im Quadrat haben, während die Kartenkacheln in dem städtischen Bereich eine rechteckige Form von 1 km im Quadrat oder 0,5 km im Quadrat haben können. Der städtische Bereich hierin bezieht sich z.B. auf ein Gebiet, in dem die Bevölkerungsdichte gleich oder größer als ein vorbestimmter Wert ist, oder auf ein Gebiet, in dem sich Büros und gewerbliche Einrichtungen konzentrieren. Ländliche Gebiete können andere Gebiete als städtische Gebiete sein. Dörfliche Gebiete können als ländliche Gebiete definiert sein. Der Klassifizierungsmodus des Gebiets darf nicht auf die beiden Stufen städtisches Gebiet und ländliches Gebiet beschränkt sein. Das Kartenaufzeichnungsgebiet kann in vier Stufen in absteigender Reihenfolge der Bevölkerungsdichte unterteilt werden: städtisches Gebiet, dörfliches Gebiet, ländliches Gebiet und entvölkertes Gebiet. Neben der Bevölkerungsdichte können auch die Anzahl der Unternehmen, die Nutzung des von der Regierung ausgewiesenen Gebiets und die Landnutzungsrate als die Kriterien für die Unterteilung des Gebiets herangezogen werden. Der Grad der Urbanität in einer Region kann durch die Kombination mehrerer Arten von Indikatoren bestimmt werden.

[0070] Darüber hinaus kann der Aufteilungsmodus aller Kartendaten durch die Datengröße definiert werden. Mit anderen Worten kann der Kartenaufzeichnungsbereich innerhalb eines durch die Datengröße definierten Bereichs aufgeteilt und verwaltet werden. In diesem Fall wird jeder Patch so festgelegt, dass die Datenmenge kleiner als ein vorbestimmter Wert ist. In Übereinstimmung mit einem solchen Aspekt kann die Datengröße in einer Lieferung auf einen bestimmten Wert oder weniger festgelegt werden. Der Realraumbereich, der von dem Patch in dem städtischen Bereich unterstützt wird, kann schmaler sein als der Realraumbereich, der von den Unterblöcken in dem dörflichen Bereich unterstützt wird. Wie vorstehend erwähnt wurde, ist zu erwarten, dass Kartenelemente wie beispielsweise Orientierungspunkte und Fahrbahnmarkierungen in städtischen Gebieten dichter vorhanden sind als in dörflichen Gebieten.

[0071] Während die Kartenkoordinationsfunktion (mit anderen Worten, die Kartennutzungsfunktion) eingeschaltet ist, bewegt sich das Fahrzeug auf der Grundlage der heruntergeladenen Kartendaten fort, während es sequenziell die Informationen der Kartenkachel, zu der die passierende Straße gehört, von dem Server **3** abruft. Hinsichtlich der Handhabung der in das Fahrzeugsystem **2** heruntergeladenen Kartendaten können verschiedene Regeln unter Berücksichtigung der Kapazität des Speichers **80** und dergleichen angewendet werden. Wenn zum Beispiel die Kapazität des Speichers **80** relativ klein ist, kann der Hauptprozessor **40** dazu konfiguriert sein, die Kartendaten der Kartenkachel, auf der das eigene Fahrzeug bereits ausgefahren ist, löscht, sobald das Fahrzeug ausfährt oder zu einem Zeitpunkt, zu dem das Fahrzeug um eine vorbestimmte Entfernung oder mehr entfernt ist. In Übereinstimmung mit einer solchen Konfiguration kann das fahrzeugseitige System **2** unter Verwendung des Speichers **80** mit einer kleinen Kapazität realisiert sein. Das heißt, die Einführungskosten des fahrzeugseitigen Systems **2** können reduziert werden.

[0072] Ferner können die in den Speicher **80** heruntergeladenen Kartendaten so konfiguriert sein, dass sie zu einem Zeitpunkt gelöscht werden, zu dem eine vorbestimmte Zeit (z.B. ein Tag) ab dem Zeitpunkt

des Herunterladens verstrichen ist. Kartendaten von täglich genutzten Straßen, wie beispielsweise Pendler- und Schulstraßen, können so konfiguriert sein, dass sie so weit wie möglich in dem Speicher **80** zwischengespeichert werden (z.B. bis der freie Speicherplatz einen vorbestimmten Wert erreicht oder unterschreitet). Die Aufbewahrungsdauer der heruntergeladenen Kartendaten kann in Übereinstimmung mit den Attributen der Daten geändert werden. Zum Beispiel werden statische Kartendaten bis zu einer bestimmten Menge in der Speichereinheit 82 gespeichert. Andererseits werden z.B. dynamische Kartendaten wie Bauinformationen möglicherweise nicht in der Speichereinheit 82 gespeichert, sondern aus der Temporärspeichereinheit 81 gelöscht, wenn das Fahrzeug den Bereich durchfährt, der den dynamischen Kartendaten entspricht.

[0073] Hierin werden z.B. alle Kartendaten im Speicher **80** zumindest dann gelöscht, wenn die Fortbewegungsleistungsquelle ausgeschaltet wird. Die Fortbewegungsleistungsquelle ist hier eine Leistungsquelle, damit sich das Fahrzeug fortbewegt, und bezieht sich auf eine Zündstromquelle, wenn das Fahrzeug ein Benzinfahrzeug ist. Wenn das Fahrzeug ein Elektrofahrzeug oder ein Hybridfahrzeug ist, bezieht sie sich auf das Systemhauptrelais.

[Sensordaten-Hochladesteuerung]

[0074] Das Kartensystem **1** lädt Informationen über die von dem Fahrzeug erfasste Karte auf den im Kartensystem **1** enthaltenen Server **3** hoch, und die im Server **3** gespeicherten Karteninformationen können aktualisiert werden. Hochladevorgänge werden normalerweise mit einer vorbestimmten Frequenz bzw. Häufigkeit durchgeführt. Das normale Hochladeintervall ist zum Beispiel auf 400 Millisekunden festgelegt. Natürlich kann das Hochladeintervall auch 200 Millisekunden, 500 Millisekunden, 1 Sekunde, 2 Sekunden oder dergleichen betragen. Unter vorbestimmten Bedingungen kann der Hauptprozessor **40** jedoch einen Betriebsmodus haben, in dem das Hochladen von Sensordaten gestoppt wird, die Frequenz desselben reduziert wird oder die Art hochzuladender Informationen begrenzt wird. Nachstehend wird mit Bezug auf **Fig. 4** ein Merkmal beschrieben, bei dem der Hauptprozessor **40** einen Modus mit niedriger Frequenz aufweist, in welchem die Hochladefrequenz niedriger als die normale Frequenz ist, zusätzlich zu dem normalen Modus, bei dem das Hochladen mit der normalen Frequenz ausgeführt wird. **Fig. 4** zeigt ein Beispiel für einen Verarbeitungsablauf, der von dem Hauptprozessor **40** ausgeführt wird. Der normale Modus entspricht dem ersten Modus, und der Modus mit niedriger Frequenz entspricht dem zweiten Modus.

[0075] Wie in **Fig. 4** gezeigt ist, wird zunächst Schritt S100 ausgeführt. Schritt S100 ist ein Schritt, in welchem der Hauptprozessor **40** eine grobe Position des eigenen Fahrzeugs basierend auf den Informationen des Positionierungsergebnisses durch GPS bestimmt.

[0076] Als nächstes wird Schritt S101 ausgeführt. Schritt S101 ist ein Schritt, in welchem der Hauptprozessor **40** Karteninformationen, die der groben Position des eigenen Fahrzeugs entsprechen, vom Server **3** herunterlädt. Die Ermittlung und die Beschaffung von Karteninformationen, die der groben Position des eigenen Fahrzeugs entsprechen, wird später beschrieben.

[0077] Als nächstes wird Schritt S102 ausgeführt. Schritt S102 ist ein Schritt, in welchem der Hauptprozessor **40** die detaillierte Position des eigenen Fahrzeugs bestimmt. Die detaillierte Position des eigenen Fahrzeugs sind die globalen Koordinaten einschließlich Breitengrad, Längengrad und Höhe auf der Erde. Der Hauptprozessor **40** bestimmt die detaillierten globalen Koordinaten des eigenen Fahrzeugs basierend auf den vom Server **3** heruntergeladenen Karteninformationen zusammen mit den groben Positionsinformationen unter Verwendung von z.B. GPS.

[0078] Als nächstes wird Schritt S102 ausgeführt. Schritt S103 ist ein Schritt zur Bestimmung, ob die Situation, in der sich das eigene Fahrzeug befindet, eine vorbestimmte Niedrigfrequenzbedingung erfüllt oder nicht. Insbesondere ist es ein Schritt, in welchem der Hauptprozessor **40** bestimmt, ob die Position des eigenen Fahrzeugs in einem vorbestimmten Niedrigfrequenzbereich, der im Voraus bestimmt wurde, existiert oder nicht. Das heißt, die Niedrigfrequenzbedingung in dem in **Fig. 4** gezeigten Beispiel ist, ob die Position des eigenen Fahrzeugs in einem vorbestimmten Niedrigfrequenzbereich existiert oder nicht.

[0079] Wenn die Situation, in der sich das eigene Fahrzeug befindet, eine vorbestimmte Niedrigfrequenzbedingung erfüllt, d. h. wenn die Position des eigenen Fahrzeugs in einem vorbestimmten Niedrigfrequenzbereich liegt, der im Voraus bestimmt wurde, ist die Bestimmung in Schritt S103 JA, und schreitet der Prozess zu Schritt S104 fort. Der Niedrigfrequenzbereich ist auf der Karte wie in **Fig. 5** gezeigt vorbestimmt. Der Niedrigfrequenzbereich kann als eine Linie entlang des Straßensegments 62 festgelegt sein, oder kann als eine Ebene mit einer vorbestimmten Fläche festgelegt sein, wie in **Fig. 5** dargestellt ist.

[0080] Wenn andererseits die Situation, in der sich das eigene Fahrzeug befindet, die vorbestimmte Niedrigfrequenzbedingung nicht erfüllt, schreitet der Prozess zu Schritt S105 fort. Schritt S105 zeigt einen Normalfrequenzmodus, in dem die Hochladefrequenz mit einer normalen Frequenz durchgeführt wird.

[0081] Wie vorstehend beschrieben wurde, schreitet der Prozess zu Schritt S104 fort, wenn die Position des eigenen Fahrzeugs in einem vorbestimmten Niedrigfrequenzbereich liegt, und wie in **Fig. 4** gezeigt ist, befindet sich das Kartensystem **1** im Niedrigfrequenzmodus. Der Prozess schreitet über Schritt S104 oder Schritt S105 zu Schritt S106 fort. Schritt S106 ist ein Schritt des Übertragens von Sensordaten einschließlich Karteninformationen an den Server **3**. Die Sensordaten werden auf den Server **3** mit einer vorbestimmten Frequenz in Übereinstimmung mit dem sich auf das Hochladen von Sensordaten beziehenden Frequenzmodus, der in Schritt S104 oder Schritt S105 festgelegt wurde, hochgeladen. Danach endet dieser Ablauf.

[0082] Der Niedrigfrequenzmodus wird nachstehend im Einzelnen beschrieben. Wenn der Niedrigfrequenzmodus aktiviert ist, wird die Menge der Kommunikationsdaten mit Bezug zu den Karteninformationen zwischen dem Kommunikationsmodul **50** und dem Server **3** im Vergleich zum Normalfrequenzmodus reduziert. Daher kann die Last auf der Kommunikationsleitung reduziert werden, und können die mit der Kommunikation verbundenen Kosten gesenkt werden.

[0083] Ein Gebiet mit niedriger Frequenz bedeutet eine Region, die in der Umgebung angeordnet ist, in dem sich viele andere Fahrzeuge um das eigene Fahrzeug herum befinden, z.B. eine Hauptverkehrsstraße in einem Stadtgebiet, und eine ausreichende Menge an Karteninformationen kann von vielen anderen Fahrzeugen auf den Server **3** hochgeladen werden. In einem solchen Bereich ist es, da eine große Menge an Karteninformationen von anderen Fahrzeugen hochgeladen wird, möglich, eine ausreichende Menge an Informationen zum Aktualisieren der Karteninformationen auch dann zu sichern, wenn die Hochladefrequenz des eigenen Fahrzeugs reduziert wird.

[0084] Ein weiteres Beispiel ist ein Gebiet, in dem die Änderungshäufigkeit von Orientierungspunkten **63**, wie beispielsweise Verkehrsschildern und Straßenmarkierungen, relativ gering ist, wie beispielsweise eine Autobahn. In solchen Gebieten ist zu erwarten, dass die Aktualisierung des Orientierungspunkts **63** selbst als Hardware an und nahe der Straße selten erfolgt, so dass auch dann, wenn die Hochladefrequenz des eigenen Fahrzeugs reduziert ist, eine ausreichende Menge an Informationen gesichert werden kann, um die Karteninformationen zu aktualisieren.

[0085] Darüber hinaus kann die Häufigkeit von Hochladevorgängen in dem Modus mit niedriger Frequenz auf null reduziert werden. Der Zustand, in welchem die Hochladefrequenz Null ist, ist ein Zustand, in welchem das Hochladen von Karteninformationen auf den Server **3** im Wesentlichen verboten ist, und wird insbesondere als ein Verbotsmodus bezeichnet. Das heißt, der Niedrigfrequenzmodus beinhaltet den Verbotsmodus.

[0086] Der verbotene Bereich, der ein Niedrigfrequenzbereich ist, in dem der Verbotsmodus aktiviert ist, ist
eine Region in einer Einrichtung, die nicht für die Lenkung auf Basis automatischer Lenkung geeignet ist und eine Straße aufweist, die von einem Fahrzeug befahren werden kann, wie beispielsweise ein Safaripark, oder in einer Einrichtung mit einem streng vertraulichen Gebäude, wie beispielsweise eine militärische Einrichtung oder eine Einrichtung einer privaten Firma. In einem solchen verbotenen Bereich ist das Hochladen von Karteninformationen vom Fahrzeug auf den Server **3** verboten, und wird auch die Karte nicht auf dem Server **3** erstellt. Daher wird der Download zur Fahrzeugsteuerung nicht durchgeführt.

[0087] Bezüglich der vorbestimmten Bedingung, unter welcher der Niedrigfrequenzmodus aktiviert wird, wird im obigen Beispiel verwendet, ob die Position des eigenen Fahrzeugs in einem vorbestimmten Niedrigfrequenzbereich liegt oder nicht, alternativ kann eine andere Bedingung verwendet werden.

[0088] Zum Beispiel kann der Normalfrequenzmodus bei Nacht auf den Niedrigfrequenzmodus geändert werden. Nachts ist es für die Kamera **10** tendenziell schwieriger, Verkehrszeichen und Straßenmarkierungen zu erkennen als tagsüber, und die Zuverlässigkeit der Bestimmung der Position des Orientierungspunkts **63** ist geringer als tagsüber. Daher kann es bevorzugenswert sein, die Frequenz bzw. Häufigkeit des Hochladens der Ortsinformationen des Orientierungspunkts **63** auf den Server **3** zu reduzieren. Es kann ratsam sein, im Voraus eine Zeitzone festzulegen, in welcher sich das Fahrzeug nachts oder in einer Umgebung mit geringer Beleuchtungsstärke befindet, und die Hochladefrequenz in dieser Zeitzone auf den Modus mit niedriger Frequenz einzustellen. Außerdem ist in einem Gebiet, in dem eine Jahreszeit existiert, die als Nachtzeit definierte Zeitzone je nach Jahreszeit unterschiedlich, so dass es bevorzugenswert sein kann, die als Nachtzeit definierte Zeitzone je nach Jahreszeit variabel zu gestalten. Beispielsweise ist in einem Gebiet mit einer Mitternachtssonne die Zeitzone in der Nacht relativ kurz, und besteht kaum eine Chance, dass die Umgebung des Fahrzeugs eine extrem niedrige Beleuchtungsstärke aufweist. In solchen Gebieten wird der Niedrigfrequenzmodus auch für eine kürzere Zeitspanne aktiviert.

[0089] Ferner kann der Normalfrequenzmodus basierend auf den Wetterbedingungen in dem Gebiet, in dem sich das Fahrzeug fortbewegt, auf den Niedrigfrequenzmodus geändert werden. Zum Beispiel kann es bei schlechtem Wetter, wie beispielsweise starkem Regen, starkem Schneefall, starkem Nebel

und Sandsturm, schwierig sein, Verkehrsschilder und Straßenmarkierungen zu erkennen, und die Zuverlässigkeit der Bestimmung der Position des Orientierungspunkts **63** kann geringer sein als bei schönem Wetter. Daher kann es bevorzugenswert sein, die Häufigkeit des Hochladens der Ortsinformationen des Orientierungspunkts **63** auf den Server **3** zu reduzieren. Als ein Verfahren zur Bestimmung der Wetterbedingungen wird beispielsweise der Reflexionsgrad der Straßenoberfläche unter Verwendung eines von der Kamera **10** aufgenommenen Bilds gemessen oder das Wetter unter Verwendung des Kontrasts des Bilds bestimmt. Darüber hinaus können auf der Grundlage von Informationen, die von einer öffentlichen Einrichtung veröffentlicht werden, Gebiete, die vorbestimmte Wetterbedingungen wie beispielsweise starken Regen, starken Schneefall, starken Nebel und Sandstürme erfüllen, in Echtzeit als Niedrigfrequenzbereich festgelegt werden. Die Festlegung des Niedrigfrequenzbereichs selbst kann in Übereinstimmung mit den Wetterbedingungen, der Zeitzone und dem Erfassungsstatus der Sensordaten (mit anderen Worten, dem Grad der Häufung) des Servers **3** dynamisch geändert werden. Gebiete, die keine Seltenheitsbereiche sind (nachstehend als normale Bereiche bezeichnet), können auch als Seltenheitsbereiche festgelegt werden, wenn die Sensordaten ausreichend bei schlechtem Wetter oder nachts gesammelt werden. Die Änderung der Festlegung des Bereichs kann durch den Server **3** oder durch die fahrzeugseitige Vorrichtung erfolgen.

[0090] Ferner kann die Hochladefrequenz basierend auf den Jahren der Nutzung des Hauptprozessors **40** und des Bildprozessors **20** (mit anderen Worten, der Gesamtbetriebszeit) schrittweise verringert werden. Die Leistung des Hauptprozessors **40** und des Bildprozessors **20** entwickelt sich von Tag zu Tag weiter, und es wird angenommen, dass je neuer der Prozessor ist, desto kürzer die für die Bildverarbeitung und das Hochladen benötigte Zeit und desto höher die Genauigkeit sind. Daher sollten die Karteninformationen umso weniger häufig hochgeladen werden, je länger der Prozessor im Einsatz war. Demgegenüber können die Karteninformationen durch aktives Hochladen der Karteninformationen auf den Prozessor, der erst seit einer kurzen Zeitspanne verwendet worden ist, effizient gesammelt werden.

[0091] Wie vorstehend beschrieben wurde, wurde der Modus zum Ändern der Hochladehäufigkeit der Sensordaten auf der Grundlage des Fortbewegungsgebiets, der Wetterbedingungen, der Zeitzone und der Anzahl der Jahre der Nutzung des Bildprozessors **20** offenbart. Alternativ kann das Kartensystem **1** auch wie folgt konfiguriert sein. Der Hauptprozessor **40** beinhaltet einen Vollübertragungsmodus und einen Unterdrückungsübertragungsmodus als Betriebsmodi. Der Vollübertragungsmodus entspricht einem Betriebsmodus, in welchem ein Datensatz, der Informationen über alle im Voraus spezifizierten Elemente beinhaltet, die als Sensordaten zu übertragen sind, als Sensordaten hochgeladen wird. Andererseits ist der Unterdrückungsübertragungsmodus ein Betriebsmodus, in dem nur ein Teil aller Elemente, die im Vollübertragungsmodus als Hochladeziele festgelegt wurden, als Sensordaten hochgeladen werden. Der Vollübertragungsmodus entspricht dem ersten Modus, in welchem eine vorbestimmte Art von Merkmalen hochzuladen ist, und der Unterdrückungsübertragungsmodus entspricht dem zweiten Modus, in dem die Anzahl der hochzuladenden Merkmale kleiner ist als im Vollübertragungsmodus als dem ersten Modus.

[0092] Die Art von Informationen, die in dem Unterdrückungsübertragungsmodus hochzuladen sind, kann im Voraus festgelegt sein oder von dem Server **3** vorbestimmt werden. Die Art der in dem Unterdrückungsübertragungsmodus zu dem Fahrzeug hochzuladenden Informationen kann z.B. ein Element sein, das unter dem Gesichtspunkt der Erzeugung/Aktualisierung von Kartendaten unzureichend ist. Die Anzahl von in dem Unterdrückungsübertragungsmodus hochgeladenen Elemente kann Null sein. Der Unterdrückungsübertragungsmodus kann auch einen Verbotsmodus beinhalten. Falls die in dem Vollübertragungsmodus hochzuladenden Informationen sowohl statische als auch dynamische Informationen beinhalten, können die in dem Unterdrückungsübertragungsmodus hochzuladenden Informationen nur dynamische Informationen sein.

[0093] In der vorstehenden Konfiguration weist der Serverprozessor **31** das Fahrzeug, das sich in dem vorbestimmten Hochladeunterdrückungsabschnitt befindet, an, in dem Unterdrückungsübertragungsmodus zu arbeiten. Außerdem weist der Serverprozessor **31** das Fahrzeug, das sich in einem anderen Abschnitt als dem Abschnitt mit der Hochladeunterdrückung befindet, an, in dem Vollübertragungsmodus zu arbeiten. Der Hauptprozessor **40** jedes Fahrzeugs arbeitet in der von dem Server **3** angewiesenen Betriebsart.

[0094] Der Hochladeunterdrückungsabschnitt kann z.B. ein Straßensegment sein, in welchem bereits eine ausreichende Menge an Sensordaten, die zum Erzeugen / Aktualisieren von Kartendaten erforderlich sind, gesammelt wurde. In Übereinstimmung mit dieser Einstellung weist der Server **3** das Fahrzeug, das sich auf dem Straßensegment fortbewegt, auf dem eine ausreichende Menge an Sensordaten gesammelt wurde, in den Unterdrückungsübertragungsmodus an und lädt nur die dynamischen Informationen oder nur einen Teil der Merkmalsinformationen hoch.

[0095] Darüber hinaus kann der Hochladeunterdrückungsabschnitt ein Straßenabschnitt mit schlechtem Wetter sein. In Übereinstimmung mit dieser

Einstellung kann das Risiko des Hochladens ungenauer Sensordaten reduziert werden. Der Hochladeunterdrückungsabschnitt kann in Übereinstimmung mit dem Grad der Erfassung von Sensordaten, der Zeitzone und den Wetterbedingungen dynamisch geändert werden. Der Hochladeunterdrückungsabschnitt kann durch den Serverprozessor **31** bestimmt werden. Der Serverprozessor **31** kann die ermittelten Hochladeunterdrückungsabschnittinformationen an das Fahrzeug verteilen, und die Fahrzeugseite kann bestimmen, ob die aktuelle Position dem Hochladeunterdrückungsabschnitt entspricht oder nicht, und den Betriebsmodus festlegen. In Übereinstimmung mit einer solchen Konfiguration ist es nicht notwendig, dass der Serverprozessor **31** den Betriebsmodus für jedes Fahrzeug festlegt, und die Verarbeitungslast des Serverprozessors **31** kann reduziert werden. Der Hauptprozessor kann dazu konfiguriert sein, spontan den Betriebsmodus auf der Grundlage zumindest eines des Fortbewegungsgebiets des Fahrzeugs, der Wetterbedingungen und/oder der Zeitzonen umzuschalten. Der Hauptprozessor **40** kann dazu konfiguriert sein, basierend auf zumindest eines der Anweisung von dem Server **3**, des Fortbewegungsbereichs des Fahrzeugs, des Wetterbedingungen und der Zeitzone von dem ersten Modus in den zweiten Modus zu wechseln.

[0096] In Übereinstimmung mit dem Unterdrückungsübertragungsmodus werden die Arten von Informationen als ein Berichts- bzw. Meldeziel im Vergleich zu dem Fall des Vollübertragungsmodus reduziert. Infolgedessen kann das Ausmaß der Kommunikation von dem Fahrzeug zu dem Server **3** für das gesamte System reduziert werden. Da ferner das Hochladen nicht benötigter Elemente unterdrückt werden kann, kann nicht nur die Belastung der Kommunikationsausrüstung, sondern auch die des Hauptprozessors **40** und des Serverprozessors **31** reduziert werden.

[0097] Darüber hinaus legt dann, wenn eine Vielzahl von Fahrzeugen in einem vorbestimmten Hochladeunterdrückungsabschnitt existieren, der Serverprozessor **31** irgendeines der Vielzahl von Fahrzeugen als das Übertragungszuweisungsfahrzeug fest, und werden die Sensordaten nur von dem Übertragungszuweisungsfahrzeug hochgeladen. In Übereinstimmung mit einer solchen Konfiguration laden die anderen Fahrzeuge als das Übertragungszuweisungsfahrzeug, die sich in dem Hochladeunterdrückungsabschnitt fortbewegen, die Sensordaten nicht hoch. Daher kann der Umfang der Datenkommunikation von dem Fahrzeug zu dem Server **3** für das gesamte System reduziert werden.

[0098] Das Übertragungszuweisungsfahrzeug bzw. das mit der Übertragung beauftragte Fahrzeug kann z.B. ein Fahrzeug sein, das einen ausreichenden Abstand zu dem vorausfahrenden Fahrzeug hat, ein hohes Fahrzeug wie ein LKW oder dergleichen. In Übereinstimmung mit diesen Fahrzeugen ist es einfach, Merkmalsinformationen zu erkennen. Daher ist es möglich, hochwertige Merkmalsinformationen effizient zu sammeln. Ferner kann das Übertragungszuweisungsfahrzeug ein Fahrzeug sein, das dem führenden Fahrzeug entspricht, oder ein Fahrzeug, das den Bildprozessor **20** mit der besten Objekterfassungsleistung verwendet, oder ein Fahrzeug mit der höchsten Positionierungsgenauigkeit durch GPS unter einer Vielzahl von Fahrzeugen (nachfolgend als Fahrzeuggruppe bezeichnet), die eine Gruppe bilden. Das Übertragungszuweisungsfahrzeug, das mit der Übertragung beauftragt ist, kann von dem Server **3** auf der Grundlage der von jedem Fahrzeug sequenziell gemeldeten Positionsinformationen bestimmt werden. Hierin kann es, als ein weiterer Aspekt, von jedem für die Übertragung zuständigen Übertragungszuweisungsfahrzeug bestimmt werden, das Informationen durch Fahrzeug-zu-Fahrzeug-Kommunikation austauscht. In der Konfiguration, in der der Server **3** das Übertragungszuweisungsfahrzeug ernennt, meldet jedes Fahrzeug unter einer Vorbedingung sequenziell Fahrzeuginformationen, wie beispielsweise Positionsinformationen, die Leistung des Bildprozessors **20** und Informationen, die die GPS-Positionierungsgenauigkeit angeben, an den Server **3**. Mit der vorstehenden Konfiguration kann der Umfang der Datenkommunikation von dem Fahrzeug zu dem Server **3** reduziert werden. Die Fahrzeuggruppe kann vorzugsweise für jede Fahrspur festgelegt werden. Ein Satz von Fahrzeugen, bei welchen der Abstand zwischen Fahrzeugen kleiner als ein vorbestimmter Schwellenwert ist, kann als eine Fahrzeuggruppe definiert sein. Die vorstehende Konfiguration entspricht einer Konfiguration derart, dass der Server **3** als einen Betriebsmodus einen Sammelmodus, in welchem der Server **3** alle auf dem Straßensegment befindlichen Fahrzeuge auffordert, Sensordaten zu übertragen, und einen Sparmodus, in dem der Server **3** einen Teil der Fahrzeuge nicht auffordert, Sensordaten zu übertragen, beinhaltet.

[0099] Der Betriebsmodus des Servers **3** kann von Straßensegment zu Straßensegment oder von Kartenkachel zu Kartenkachel variieren. Der Betriebsmodus des Servers **3** für jedes Straßensegment/jede Kartenkachel kann in Abhängigkeit von dem Sammel- bzw. Erfassungsstatus der Sensordaten für das Straßensegment/die Kartenkachel bestimmt werden. Zum Beispiel kann der Server **3** im Erfassungsmodus für ein Straßensegment mit unzureichenden Sensordaten arbeiten, und kann in einem Sparmodus für ein Straßensegment, in dem eine notwendige und ausreichende Menge an Daten erfasst wird, arbeiten. Der Server **3** kann die Kartendaten in Einheiten von Kartenkacheln aktualisieren, oder er kann die Kartendaten in Einheiten von Straßensegmenten aktualisieren. Wenn die Karte in Einheiten von

Kartenkacheln aktualisiert wird, kann das vorstehend erwähnte Konzept des Hochladeunterdrückungsabschnitts auf das Konzept der Kartenkacheln erweitert werden. Das heißt, die Hochladeunterdrückungskachel, die dem Hochladeunterdrückungsabschnitt entspricht, kann in geeigneter Weise festgelegt werden. Jedes Fahrzeug kann basierend auf seinem Vorhandensein in der Hochladeunterdrückungskachel dazu konfiguriert sein, in dem Unterdrückungsmodus zu arbeiten.

[Kartenerzeugungsverarbeitung]

[0100] Ein Beispiel für den Ablauf dann, wenn der Serverprozessor **31** eine Karte auf der Grundlage der über das Kommunikationsmodul **50** an den Server **3** übertragenen Sensordaten erzeugt, wird unter Bezugnahme auf **Fig. 6** bis **Fig. 8** beschrieben.

[0101] Hierin bewegt sich ein Fahrzeug in einem Gebiet fort, das einer bestimmten Kartenkachel entspricht, und bildet das Fahrzeug das Kartensystem **1**. Das heißt, zumindest ein Bild, das die Umgebung des Fahrzeugs repräsentiert, wird von der an dem Fahrzeug angebrachten Kamera **10** erfasst, die globalen Koordinaten der in dem Bild enthaltenen Orientierungspunkte werden berechnet, und die Bilder werden auf den Server **3** hochgeladen.

[0102] Wie in **Fig. 6** gezeigt ist, wird zunächst Schritt S200 ausgeführt. Schritt S200 ist ein Schritt, in welchem der Serverprozessor **31**, der den Server **3** bildet, Sensordaten erfasst. Der Serverprozessor **31** erfasst Sensordaten von einer Vielzahl von Fahrzeugen, die auf der gleichen Kartenkachel fahren. Das heißt, der Serverprozessor **31** erfasst eine Vielzahl von Koordinatendaten für einen Orientierungspunkt. Sensordaten werden sequenziell von einer Vielzahl von Fahrzeugen auf den Server **3** hochgeladen. Der Serverprozessor **31** speichert die Sensordaten, die von jedem Fahrzeug bereitgestellt werden, in einem Zustand, in dem er verbunden ist oder unterteilt in eine vorbestimmte Länge für jeden Anbieter.

[0103] Als nächstes wird Schritt S201 ausgeführt. Schritt S201 ist ein Schritt, in welchem der Serverprozessor **31** die Dispersion bzw. Varianz der Koordinaten für jeden Orientierungspunkt berechnet und bestimmt, ob die berechnete Varianz größer als ein vorbestimmter Schwellenwert ist oder nicht. Die Varianz wird für jede Koordinate von Breitengrad, Längengrad und Höhe berechnet, und jede Varianz wird mit einem vorbestimmten Schwellenwert verglichen. Wie in **Fig. 7** gezeigt ist, berechnet der Serverprozessor **31** die Varianz σ^2 jedes Orientierungspunkts **63** auf der Grundlage der von der Vielzahl von Fahrzeugen empfangenen Sensordaten. In dem in **Fig. 7** gezeigten Beispiel existieren vier Orientierungspunkte 63a bis 63d in der Kartenkachel, und werden die Varianzen σ_a^2, σ_b^2, σ_c^2 und σ_d^2 für jeden Orientierungspunkt berechnet.

[0104] In Schritt S201 ist dann, wenn die Varianz der Koordinaten aller Orientierungspunkte **63** gleich oder kleiner als ein vorbestimmter Schwellenwert ist, die Bestimmung in diesem Schritt „NEIN“, und schreitet der Prozess zu Schritt S202 fort.

[0105] Schritt S202 ist ein Schritt, in welchem der Serverprozessor **31** die Koordinaten jedes Orientierungspunkts **63** statistisch berechnet. Wenn die Varianz der Koordinaten jedes Orientierungspunkts **63** gleich oder kleiner als ein vorbestimmter Schwellenwert ist, bedeutet dies, dass die Koordinaten des Orientierungspunkts **63** mit einem bestimmten Genauigkeitsgrad erkannt werden können. Das heißt, es bedeutet, dass die Karte mit relativ hoher Genauigkeit erzeugt werden kann, selbst wenn die Koordinaten jedes Orientierungspunkts **63** statistisch berechnet werden, ohne den später beschriebenen Referenz-Orientierungspunkt zu verwenden. In Schritt S202 werden die von einer Vielzahl von Fahrzeugen empfangenen Sensordaten verwendet, um z.B. einen Prozess zum Erhalten eines Mittelwerts für jeden Orientierungspunkt **63** durchzuführen und globale Koordinaten zu berechnen. Dann endet dieser Ablauf.

[0106] Andererseits wird in Schritt S201 dann, wenn die Varianz zumindest eines Orientierungspunkts **63** größer als ein vorbestimmter Schwellenwert ist, lautet die Bestimmung „JA“, und schreitet der Prozess zu Schritt S203 fort. Schritt S203 ist ein Schritt des Bestimmens, ob hochpräzise Positionierungsdaten für den Orientierungspunkt **63**, deren Varianz größer als ein vorbestimmter Schwellenwert ist, oder nicht. Die hochgenauen Positionierungsdaten sind Koordinatendaten, die mit einem anderen Verfahren als die Sensordaten gemessen wurden, wie beispielsweise Echtzeit-Kinematik (d. h. RTK; Real-Time Kinematics) und präzisionsunabhängige Positionierung (d. h. PPP; Precision Independent Positioning). Hochpräzise Positionierungsdaten beziehen sich auf Daten, die durch ein dediziertes mobiles Kartierungssystemfahrzeug, das mit einem Laserradar (LiDAR), einer optischen Kamera, einem GNSS-Empfänger, einem Beschleunigungssensor und dergleichen ausgestattet ist, oder durch Positionierungsbetriebsabläufe erzeugt werden. Nachstehend werden die durch präzise Messung ermittelten Koordinatendaten als Referenzkoordinaten bezeichnet. Ferner wird der Orientierungspunkt **63**, der die Referenzkoordinaten zugeordnet sind, als Referenzmarke oder Referenzorientierungspunkt bezeichnet. Der Referenzmarke spielt eine Rolle als Bodenbezugspunkt (GCP oder Ground Control Point). Die Referenzmarke ist ein Punkt, an dem die vorstehend erwähnte hochpräzise Positionierung durchgeführt wird. Beispielsweise können Schilder, die Verkehrszeichen entsprechen, wie beispielsweise Vor-

schrifts- und Hinweisschilder, Mautstellen an Schnellstraßen, Verbindungspunkte zwischen Schnellstraßen und allgemeinen Straßen sowie Ecken (d. h. Kanten) von Strukturen wie beispielsweise Gebäuden als Referenzmarken verwendet werden. Darüber hinaus können auch Merkmalspunkte wie beispielsweise Ecken von Fahrspurmarkierungen, Verzweigungs-/Einmündungspunkte mit anderen Fahrspurmarkierungen und Enden von Leitplanken als Referenzmarken verwendet werden. Punkte, an denen Fahrspuren zu- oder abnehmen, können ebenfalls als Referenzmarken verwendet werden. Die Referenzmarke kann vorzugsweise eine feste dreidimensionale Struktur sein. Hierin ist als ein Beispiel ein Merkmal wie beispielsweise ein Hinweisschild, welches an einer Position relativ höher als die Fahrbahnoberfläche angeordnet ist und an einer Position angeordnet ist, an der die Kamera **10** leicht ein Bild aufnehmen kann, als eine Referenzmarke festgelegt. Nachfolgend werden der Einfachheit halber auch andere Merkmale als die Referenzmarke als normale Merkmale bezeichnet.

[0107] Wie vorstehend beschrieben wurde, ist Schritt S203 ein Schritt des Bestimmens, ob die Referenzkoordinaten dem entsprechenden Orientierungspunkt **63** zugeordnet sind oder nicht. Hierin existieren die Referenzkoordinaten beispielsweise an dem in **Fig. 7** gezeigten Orientierungspunkt 63b (angegeben durch die schwarze dreieckige Markierung in **Fig. 8**). Das heißt, der Orientierungspunkt 63b ist eine Referenzmarke. Wenn die Referenzmarke vorhanden ist, lautet die Bestimmung in Schritt S203 „JA“, und schreitet der Prozess zu Schritt S204 fort.

[0108] Schritt S204 ist ein Schritt, in welchem der Serverprozessor **31** die von der Kamera **10** und dem Sensor **30** in Echtzeit gemessenen Koordinaten des Orientierungspunkts 63b als der Referenzmarke mit den Referenzkoordinaten in Übereinstimmung bringt. Hierin existieren die Referenzkoordinaten an dem Orientierungspunkt 63b, und sind die Referenzkoordinaten z.B. als Xref definiert. Wenn die Koordinaten des Orientierungspunkts 63b auf den in Echtzeit gemessenen Sensordaten als X definiert sind, stimmen die Koordinaten X mit den Koordinaten Xref überein. Das heißt, sie sind um einen Wert „Xref - X“ parallel verschoben. Durch diesen Betriebsablauf werden die Koordinaten der Orientierungspunkte 63b als alle in der Vielzahl von Sensordaten aufgezeichneten Referenzmarken zu Xref. Andererseits werden, wie in **Fig. 8** gezeigt ist, die Koordinaten der Orientierungspunkte 63a, 63c, 63d mit Ausnahme des Orientierungspunkts 63b ebenfalls parallel um einen Wert von „Xref - X“ verschoben. Obwohl die Koordinaten hierin der Einfachheit halber als eine Dimension ausgedrückt sind, werden sie tatsächlich in drei Dimensionen von Breitengrad, Längengrad und Höhe berechnet.

[0109] Nach Schritt S204 wird Schritt S202 ausgeführt. Die Koordinaten des Orientierungspunkts 63b als der Referenzmarke stimmen mit den Referenzkoordinaten überein. Ferner wird für die Koordinaten der anderen Orientierungspunkte 63a, 63c, 63d beispielsweise ein Prozess des Erhaltens eines Mittelwerts derselben durchgeführt, um globale Koordinaten zu berechnen. Dann endet dieser Ablauf.

[0110] Wenn die Referenzmarke in Schritt S203 nicht existiert, schreitet der Prozess zu Schritt S205 fort. Schritt S205 ist ein Schritt, in welchem der Serverprozessor **31** ein Flag setzt, das angibt, dass es keine Referenzmarke gibt. Durch Setzen eines Flags für der Orientierungspunkt **63**, für welchen die Varianz bzw. Abweichung größer als der Schwellenwert berechnet wird, kann die Möglichkeit, dass eine hochpräzise Positionierung erforderlich ist, visualisiert werden. Danach endet dieser Ablauf.

[0111] Durch Anwenden des obigen Ablaufs verwendet das Kartensystem **1** hochpräzise Positionierungsdaten als Referenzkoordinaten für den Orientierungspunkt **63**, dessen Koordinatengenauigkeit nicht nur durch die Akkumulation von GPS- und Sensordaten erreicht werden kann, so dass Koordinaten mit hoher Genauigkeit auch für andere Orientierungspunkte **63** berechnet werden können, die keine genauen Positionierungsdaten haben. Infolgedessen kann die Genauigkeit der Kartenkachel, zu welcher der entsprechende Orientierungspunkt **63** gehört, verbessert werden.

[0112] Aus der Sicht des Servers entspricht die vorstehende Konfiguration der folgenden Konfiguration: Erfassen von Sensordaten, die Beobachtungskoordinaten einer Vielzahl von Kartenelementen beinhalten, die Informationen über ein Fahrstraßensegment von einer Vielzahl von Fahrzeugen zugeordnet sind; Korrigieren der beobachteten Koordinaten des Kartenelements, das in den Sensordaten enthalten ist, die beobachtete Koordinaten der Referenzmarke beinhalten, so dass die beobachteten Koordinaten des Kartenelements, das als die Referenzmarke definiert ist, mit den absoluten Koordinaten der Referenzmarke übereinstimmen oder der Grad der Abweichung von den absoluten Koordinaten der Referenzmarke minimiert ist; und Bestimmen der Koordinaten des Kartenelements durch statistisches Verarbeiten der beobachteten Koordinaten des korrigierten Kartenelements.

[0113] Vorstehend wurde der Prozess zur Registrierung/Aktualisierung von Orientierungspunkteinformationen beschrieben. Alternativ kann das Ziel des vorstehenden Prozesses auf verschiedene Merkmale (in anderen Worten, Kartenelemente) wie beispielsweise Fahrspurmarkierungen angewendet werden. Der Serverprozessor **31** kann dazu konfiguriert sein, die Koordinateninformationen von Merk-

malen wie beispielsweise Orientierungspunkten und Fahrspurmarkierungen in Übereinstimmung mit der in **Fig. 9** gezeigten Prozedur zu aktualisieren. Der in **Fig. 9** gezeigte Prozess (nachstehend Kartendaten-Aktualisierungsprozess) kann z.B. periodisch für jede Kartenkachel ausgeführt werden. Zum Beispiel wird der in **Fig. 9** gezeigte Prozess jeden Tag um Mitternacht ausgeführt. Natürlich kann der in **Fig. 9** gezeigte Prozess zu dem Zeitpunkt ausgeführt werden, zu dem eine vorbestimmte Anzahl oder mehr von Messdaten für die Kartenkachel als das Prozessziel akkumuliert wurden. Die Kartendaten können für jedes Straßensegment aktualisiert werden. Der in **Fig. 9** dargestellte Prozess zur Aktualisierung der Kartendaten beinhaltet die Schritte T201 bis T215.

[0114] Zunächst wird in Schritt T201 eine Vielzahl von Sensordaten von einer Vielzahl von Fahrzeugen, die auf demselben Straßensegment fahren, bereitgestellt, und wird die Vielzahl von Sensordaten, die in einer Datenbank (nicht gezeigt) gespeichert sind, ausgelesen, und schreitet der Prozess zu Schritt T202 fort. Ob die Vielzahl von Sensordaten Sensordaten für dasselbe Straßensegment sind oder nicht, kann auf der Grundlage der in den Sensordaten enthaltenen Informationen über die Bewegungstrajektorie und die GPS-Koordinaten bestimmt werden.

[0115] In Schritt T202 wird eine der Vielzahl von in Schritt T201 extrahierten Sensordaten ausgewählt, und der Prozess schreitet zu Schritt T203 fort. In Schritt T203 werden die Kartendaten des entsprechenden Straßensegments basierend auf den Koordinateninformationen verschiedener Merkmale, die in den ausgewählten Sensordaten enthalten sind, extrahiert, und der Prozess schreitet zu Schritt T204 fort.

[0116] In Schritt T204 wird auf der Grundlage der in Schritt T203 ausgelesenen Kartendaten bestimmt, ob die Sensordaten eine vorbestimmte Anzahl (z.B. drei) oder mehr Referenzmarkeninformationen beinhalten oder nicht. Die vorbestimmte Anzahl kann hierin vorzugsweise 3 oder mehr sein, um den Positionierungsprozess in der nachfolgenden Stufe zu erleichtern. Als ein weiterer Aspekt kann die Anzahl von einzubeziehenden Referenzmarken auf 4, 5 oder dergleichen festgelegt sein. Als ein Beispiel führt der Serverprozessor **31** Schritt T205 aus, wenn die Sensordaten Informationen von drei oder mehr Referenzmarken beinhalten. Andererseits wird dann, wenn die Sensordaten weniger als drei Referenzmarken beinhalten, Schritt T207 ausgeführt. In Schritt T205 wird eine Referenzmarke (nachstehend gemeinsame Referenzmarke) gesetzt, die den Kartendaten und den Sensordaten gemeinsam ist, und wird Schritt T206 ausgeführt.

[0117] In Schritt T206 wird der Ausrichtungsprozess für die Sensordaten unter Verwendung der gemeinsamen Referenzmarke durchgeführt. Der Ausrichtungsprozess ist ein Prozess des Korrigierens der beobachteten Positionskoordinaten verschiedener Merkmale, die in den Sensordaten enthalten sind, unter Verwendung der beobachteten Koordinaten der gemeinsamen Referenzmarke und der Kartenregistrierungskoordinaten. Die Kartenregistrierungskoordinaten beziehen sich hierauf die in den aktuellen (neuesten) Kartendaten registrierten Koordinaten. Die beobachteten Koordinaten sind hier die von dem Fahrzeug berechneten Koordinaten und beziehen sich auf die in den Sensordaten beschriebenen Koordinaten.

[0118] Als ein Sensordaten-Korrekturverfahren kann ein ICP (Iterative Closest Point)-Verfahren verwendet werden. Das ICP-Verfahren ist ein Verfahren, in welchem eine parallele Bewegung und eine Drehung jeder Punktgruppe wiederholt werden, so dass die beiden Punktgruppen insgesamt möglichst konsistent sind. Im Einzelnen beinhaltet das Verfahren: einen Schritt des Suchens und Zuordnens des nächstgelegenen Punktes in der anderen Punktgruppe (nachstehend die zweite Punktgruppe) ausgehend von jedem Punkt in der Punktgruppe auf einer Seite (nachstehend die erste Punktgruppe); und einen Schritt des Einstellens der Position und der Orientierung des Koordinatensystems jeder Punktgruppe, um die Differenz zwischen den zugeordneten Punkten zu minimieren. Als ein Verfahren zum Berechnen eines Vektors zum Drehen und Verschieben parallel zu jeder Punktgruppe kann SVD (Singular Value Decomposition), das Verfahren des steilsten Abstiegs oder dergleichen verwendet werden. In Übereinstimmung mit SVD ist es möglich, eine Rotationsmatrix und einen Parallelverschiebungsvektor zu erhalten, um eine bestimmte Punktgruppe näher an eine Soll- bzw. Zielpunktgruppe (z.B. eine durchschnittliche Punktgruppe einer ersten Punktgruppe und einer zweiten Punktgruppe) zu bringen. Ferner kann in Übereinstimmung mit dem Verfahren des steilsten Abstiegs der Minimalwert der Funktion, die den mittleren quadratischen Fehler der Entfernung zwischen den entsprechenden Punkten darstellt, gesucht werden und können die Rotationsmatrix und der Parallelverschiebungsvektor erhalten werden.

[0119] Das Verfahren des Korrigierens der Positionskoordinaten der in den Sensordaten enthaltenen Merkmale auf der Grundlage der Positionskoordinaten der gemeinsamen Referenzmarke muss nicht auf das vorstehende Verfahren beschränkt sein. Als das Korrekturverfahren für die Sensordaten kann das in der separat eingereichten japanischen Patentanmeldung Nr. 2018-163076 beschriebene Korrekturverfahren übernommen werden. Das heißt, der Schwerpunkt der beobachteten Koordinaten der gemeinsamen Referenzmarke (nachstehend als der erste Schwerpunkt bezeichnet) wird berechnet, und eine Vielzahl gemeinsamer Referenzmarken wird bei-

spielsweise durch das Verfahren der kleinsten Quadrate planar approximiert. Dann wird der Normalenvektor (nachstehend der erste Normalenvektor) in Bezug auf die angenäherte Ebene berechnet. Ferner berechnet der Serverprozessor **31** den Schwerpunkt (nachstehend der zweite Schwerpunkt) der Kartenregistrierungskoordinaten der gemeinsamen Referenzmarke und berechnet auch die ungefähre Ebene, die der gemeinsamen Referenzmarke entspricht. Dann wird der Normalenvektor (nachstehend der zweite Normalenvektor) in Bezug auf die ungefähre Ebene berechnet. Als nächstes werden die Positionskoordinaten des Merkmals in den Messdaten parallel so umgerechnet, dass der erste Schwerpunkt mit dem zweiten Schwerpunkt zusammenfällt. Darüber hinaus werden die Positionskoordinaten jedes Objekts in den Sensordaten so gedreht, dass der erste Normalenvektor mit dem zweiten Normalenvektor zusammenfällt. Dann werden die Positionskoordinaten des Merkmals in den Sensordaten um den ersten Normalenvektor, der durch den ersten Schwerpunkt verläuft, gedreht, so dass die Summe der Quadrate der Fehler der gemeinsamen Referenzmarke minimiert wird, und wird der Ausrichtungsvorgang abgeschlossen .

[0120] Der Serverprozessor **31** erfasst Sensordaten, die durch Abschließen bzw. Beenden des Ausrichtungsprozesses um die Position und die Ausrichtung des Merkmals korrigiert sind. Ein solcher Ausrichtungsprozess entspricht einem Prozess des Korrigierens der Positionskoordinaten verschiedener Merkmale, die in den Sensordaten enthalten sind, basierend auf den Positionskoordinaten der gemeinsamen Referenzmarke. Die Beobachtungskoordinaten des normalen Merkmals mit Bezug zu den Beobachtungskoordinaten einer bestimmten Referenzmarke beziehen sich auf die Beobachtungskoordinaten des normalen Merkmals, die von demselben Fahrzeug erfasst und hochgeladen wurden. Mit anderen Worten beziehen sich die beobachteten Koordinaten eines normalen Merkmals, das einer Referenzmarke zugeordnet ist, auf die beobachteten Koordinaten eines normalen Merkmals, die von dem Fahrzeug bereitgestellt wurden, das die beobachteten Koordinaten der Referenzmarke bereitstellt.

[0121] In Schritt T207 wird der Ausrichtungsprozess für die ausgewählten Sensordaten ausgelassen, und schreitet der Prozess zu Schritt T208 fort. Die Sensordaten, die weniger als drei Referenzmarken beinhalten, können vorzugsweise vom Ziel des später beschriebenen Integrationsprozesses ausgeschlossen werden. Alternativ kann der Serverprozessor **31** dazu konfiguriert sein, die verschiedenen Sensordaten in Daten aufzuteilen/zu verbinden, die eine Länge **3** oder 4 oder mehr Referenzmarken beinhalten. In Schritt T209 wird bestimmt, ob unverarbeitete Sensordaten in den in Schritt T201 ausgelesenen Sensordaten verbleiben oder nicht. Wenn unbearbeitete Sensordaten verbleiben, schreitet der Prozess zu Schritt T209 fort, und werden die Prozesse nach Schritt T203 für unverarbeitete Sensordaten ausgeführt. Wenn andererseits keine unverarbeiteten Sensordaten vorhanden sind, wird Schritt T210 ausgeführt.

[0122] In Schritt T210 wird der Integrationsprozess für korrigierte Sensordaten durchgeführt. Der Sensordaten-Integrationsprozess ist ein Prozess des statistischen Berechnens der Koordinaten des Merkmals, wie in S201. Beispielsweise wird die Varianz der Koordinaten jedes Merkmals berechnet, und wenn die Varianz kleiner als ein vorbestimmter Schwellenwert ist, wird der Median/Mittelwert als die Koordinaten des Merkmals übernommen. Ferner wird für ein Merkmal, dessen Varianz zum Beispiel gleich oder höher als ein vorbestimmter Schwellenwert ist, ein Verifikationsflag gesetzt. Das Verifikationsflag entspricht einem Flag, das angibt, dass die Daten nicht sicher als Karte registriert werden können. Der Serverprozessor **31** kann die Koordinaten für jeden Orientierungspunkt berechnen, nachdem abgewichene Werte ausgeschlossen sind, so dass die Varianz während des Prozesses der Sensordatenintegration gleich oder kleiner als ein vorbestimmter Schwellenwert wird. Darüber hinaus kann die Auswertung der Varianz bei der integrierten Verarbeitung nicht wesentlich sein und kann weggelassen werden. Durch die vorstehende Verarbeitung werden die Positionskoordinaten jedes Objekts statistisch bestimmt, nachdem sie unter Verwendung eines vorbestimmten Referenz-Orientierungspunkts korrigiert wurden. Beispielsweise korrigiert der Serverprozessor **31** die Koordinaten der Fahrspurmarkierung bzw. des Orientierungspunkts, die bzw. die in den einzelnen Sensordaten enthalten sind, unter Verwendung eines vorbestimmten Referenz-Orientierungspunkts, und verarbeitet dann statistisch eine Vielzahl von Koordinateninformationen, um die Positionskoordinaten der Fahrspurmarkierung bzw. des Orientierungspunkts zu bestimmen.

[0123] In dem folgenden Schritt T211 wird der Änderungspunkt durch Vergleichen der die statistischen Positionskoordinaten jedes Objekts (nachstehend integrierte Daten) angebenden, in Schritt T210 erzeugten Daten mit den Kartendaten erfasst. Die integrierten Daten selbst oder die Kartendaten, die den Inhalt der integrierten Daten widerspiegeln, entsprechen den vorläufigen Kartendaten. Der Änderungspunkt bezieht sich hier auf einen Teil der integrierten Daten, der sich von den aktuellen Kartendaten unterscheidet und eine Stelle angibt, an der das Merkmal möglicherweise verschoben, hinzugefügt oder gelöscht wurde. Zum Beispiel wird unter den Merkmalen, die in den integrierten Daten enthalten sind, der Betrag der Abweichung in Bezug auf die Positionskoordinaten in den Kartendaten und die statistisch ermittelten Positionskoordinaten für die Merkmale berechnet, deren Orientierungspunkte mit den aktuellen Kartenda-

ten (d. h. existierenden Merkmalen) übereinstimmen. Wenn dann der Abweichungsbetrag der Positionskoordinaten einen vorbestimmten Fehlerbereich überschreitet, wird es als ein Merkmal erkannt, bei dem der Verdacht besteht, dass es verlegt wurde. Als ein Beispiel wird hier dann, wenn der Abweichungsbetrag der Positionskoordinaten innerhalb eines vorbestimmten Fehlerbereichs (z.B. weniger als 3 cm) liegt, dies als ein Beobachtungsfehler betrachtet und nicht als ein Änderungspunkt der Karte erfasst. In Übereinstimmung mit einer solchen Konfiguration ist es möglich, die Möglichkeit zu reduzieren, dass die Kartendaten aufgrund des Beobachtungsfehlers häufig aktualisiert werden. Ein weiterer Aspekt ist natürlich, dass eine Abweichung von 1 cm oder mehr als ein Änderungspunkt erfasst werden kann. Der zulässige Fehlerbetrag kann entsprechend geändert werden.

[0124] Darüber hinaus werden Merkmale, die in den integrierten Daten enthalten sind und nicht in den Kartendaten registriert sind, als Merkmale erfasst, die möglicherweise neu erstellt worden sind. Darüber hinaus werden Merkmale, die in den Kartendaten registriert sind und nicht in den integrierten Daten enthalten sind, als Merkmale erfasst, die möglicherweise gelöscht worden sind. Wenn der Prozess in Schritt T211 abgeschlossen ist, wird Schritt T212 ausgeführt.

[0125] In Schritt T212 wird die Gültigkeit des Änderungspunkts bestimmt. Wenn die Anzahl von Sensordaten, die das als ein Änderungspunkt erfasste Merkmal bereitstellen, gleich oder größer als ein vorbestimmter Schwellenwert ist, oder wenn es für einen vorbestimmten Zeitraum (z.B. 3 Tage) kontinuierlich erfasst wird, wird bestimmt, dass der Änderungspunkt nicht temporär ist, sondern angemessen ist, so dass der Änderungspunkt in den Kartendaten widergespiegelt wird. Ferner wird dann, wenn die Löschung der Fahrspurmarkierung als ein Änderungspunkt erfasst wird, wird ferner bestimmt, ob der Löschabschnitt z.B. weniger als eine vorbestimmte Entfernung (z.B. 5 Meter) beträgt oder nicht. Da die Fahrspurmarkierungen in der Regel kontinuierlich erstreckt werden, ist die Möglichkeit, dass nur ein Teil des Abschnitts gelöscht wird, gering. Wenn sich außerdem ein Objekt (Fahrzeug, Pfütze, Schnee) vorübergehend auf der Fahrspurmarkierung befindet, wird die Fahrspurmarkierung möglicherweise nicht erfasst. Das heißt, wenn zum Beispiel der gelöschte Abschnitt kleiner als eine vorbestimmte Entfernung ist, ist es sehr wahrscheinlich, dass die ursprünglich vorhandene Fahrspurmarkierung aufgrund eines vorübergehenden Ereignisses, wie beispielsweise Parken auf der Straße, Schneedecke oder Regen, nicht erfasst wird. Durch Einführen der vorstehenden Bestimmungslogik ist es möglich, das Risiko zu verringern, dass fälschlicherweise bestimmt wird, dass die Fahrspurmarkierungen gelöscht wurden, obwohl die tatsächlichen Fahrspurmarkierungen nicht gelöscht sind. Dadurch kann das Risiko eines fälschlichen Aktualisierens der Fahrspurlinieninformationen der Kartendaten verringert werden.

[0126] Wenn ein Änderungspunkt über einen großen Bereich erfasst wird, wie beispielsweise dann, wenn der gelöschte Abschnitt länger als eine vorbestimmte Strecke ist, kann bestimmt werden, dass der Änderungspunkt aufgrund von Straßenbauarbeiten oder dergleichen geändert wurde (d. h. geeignet ist). Darüber hinaus kann an dem Änderungspunkt dann, wenn die Bauinformationen, die angeben, dass die Baumaßnahmen innerhalb des letzten vorbestimmten Zeitraums (z.B. innerhalb von 3 Tagen) durchgeführt wurden, von einem externen Server erhalten oder aus den Sensordaten erfasst werden können, bestimmt werden, dass der Änderungspunkt geeignet bzw. angemessen ist. Die vorstehende Idee kann nicht nur auf Fahrbahnmarkierungen, sondern auch auf andere Merkmale wie beispielsweise Schilder angewendet werden. Die als gültig beurteilten Änderungspunkte werden in den Kartendaten widergespiegelt (in Schritt T215). Darüber hinaus werden für Änderungspunkte, die als ungültig beurteilt werden, Maßnahmen wie beispielsweise das Aussetzen der Aktualisierung oder das Setzen eines Verifikationsflags ergriffen. In Übereinstimmung mit der Konfiguration, die dazu konfiguriert ist, die Gültigkeit des Änderungspunkts auf der Grundlage der Dauer und des Umfangs des Änderungspunkts sowie des Vorhandenseins oder Nichtvorhandenseins von Bauinformationen in der Nähe des Änderungspunkts zu beurteilen, kann das Risiko einer fehlerhaften Aktualisierung des Inhalts der Kartendaten aufgrund temporärer Faktoren verringert werden.

[0127] Die vorstehende Beschreibung offenbart einen Modus, in dem die Positionskoordinaten verschiedener Merkmale durch Integrieren mehrerer Sensordaten berechnet werden, nachdem jedes Merkmal unter Verwendung einer Referenzmarke für jede Sensordaten ausgerichtet wurde. Die Prozedur zur Berechnung der Koordinaten der Positionen von Merkmalen muss nicht darauf beschränkt sein. Anstatt die Koordinaten von Merkmalen in jeder Sensordateneinheit zu korrigieren, kann sie dazu konfiguriert sein, integrierte Daten zu erzeugen, die die Positionskoordinaten jedes Merkmals statistisch berechnen, und dann die Koordinateninformationen jedes Merkmals basierend auf der Referenzmarke zu korrigieren.

[0128] Zum Beispiel erhält der Serverprozessor **31** statistisch die Koordinaten jedes Merkmals durch das in S201 oder Schritt T210 beschriebene Verfahren auf der Grundlage der Vielzahl von Sensordaten als nächsten Schritt des Sensordaten-Ausleseprozesses entsprechend Schritt T201. Zu diesem Zeitpunkt kann der Serverprozessor **31** dazu konfiguriert sein, die zu verwendenden Beobachtungsdaten so

anzupassen, dass die Varianz gleich oder kleiner als ein vorbestimmter Schwellenwert ist. Die statistisch berechneten Koordinaten entsprechen den repräsentativen Beobachtungskoordinaten. Die repräsentative Beobachtungskoordinate bezieht sich auf den Mittelwert oder den Medianwert einer Vielzahl von Beobachtungskoordinaten. Als nächstes korrigiert der Serverprozessor **31** die repräsentativen Beobachtungskoordinaten verschiedener Orientierungspunkte, die in den integrierten Sensordaten enthalten sind, basierend auf den Koordinateninformationen der Referenzmarke. Als das Korrekturverfahren kann das gleiche Verfahren wie in Schritt T206 verwendet werden. Auch mit einer solchen Konfiguration kann die Genauigkeit der Koordinaten der einzelnen Objekte verbessert werden.

[0129] Das Kartensystem **1**, das das Modell der Fahrtrajektorie als Kartendaten erzeugt und verteilt, kann dazu konfiguriert sein, die in den Sensordaten enthaltenen Daten der Fahrtrajektorie als ein Kartenelement zur Erzeugung des Modells der Fahrtrajektorie zu behandeln. Beispielsweise kann der Serverprozessor **31** die Fahrtrajektorie jedes Fahrzeugs unter Verwendung der Referenzmarke, die der Fahrtrajektorie zugeordnet ist, korrigieren und dann eine Vielzahl von korrigierten Fahrtrajektoriendaten integrieren und verarbeiten, um ein Fahrtrajektorienmodell zu erhalten. In Übereinstimmung mit der Konfiguration, in der jede Fahrtrajektorie unter Verwendung der Referenzmarke korrigiert und dann integriert wird, um ein Fahrtrajektorienmodell zu erzeugen, ist es möglich, eine Fahrtrajektorie für autonomes Fahren mit höherer Genauigkeit zu erzeugen. Hier kann der Serverprozessor **31** dazu konfiguriert sein, ein Fahrtrajektorienmodell zu erzeugen, das durch Mittelwertbildung über die Fahrtrajektorien einer Vielzahl von Fahrzeugen erhalten wird, und dann das Fahrtrajektorienmodell unter Verwendung einer Referenzmarke zu korrigieren. Die vorstehend beschriebenen, verschiedenen Prozesse können dazu konfiguriert sein, von einer Vielzahl von Servern/Prozessoren gemeinsam genutzt und ausgeführt zu werden. Zum Beispiel kann der Prozess der Sensordatenintegration dazu konfiguriert sein, von einem anderen Server als dem Server ausgeführt zu werden, der die Sensordaten erfasst und korrigiert.

[0130] Das vorstehend beschriebene Kartensystem **1** entspricht einem System, das die Beobachtungskoordinaten desselben Merkmals, die von einer Vielzahl von Fahrzeugen bereitgestellt wurden, unter Verwendung der Beobachtungskoordinaten der Referenzmarke und der Kartenregistrierungskoordinaten korrigiert und darüber hinaus die korrigierten Beobachtungskoordinaten des Merkmals statistisch verarbeitet (z.B. mittelt), um die Koordinaten des Merkmals zu bestimmen. Eine Vielzahl von Beobachtungskoordinaten für dasselbe Merkmal kann von einer Vielzahl verschiedener Fahrzeuge bereitgestellt werden, oder kann von demselben Fahrzeug erzeugt werden, das denselben Punkt mehrmals durchfährt. Die Beobachtungskoordinaten verschiedener Merkmale, die in den Sensordaten enthalten sind, werden so korrigiert, dass die Beobachtungskoordinaten der Referenzmarke mit den absoluten Koordinaten der Referenzmarke als die Kartenregistrierungskoordinaten übereinstimmen. Alternativ ist das Mittel des Abgleichs hier nicht auf den perfekten beschränkt. Alternativ kann auch eine ungefähre Übereinstimmung einbezogen werden. Die vorstehende Korrektur kann so durchgeführt werden, dass der Grad der Abweichung zwischen den Beobachtungskoordinaten der Referenzmarke und den absoluten Koordinaten minimiert wird. Der vorstehend beschriebene Korrekturprozess kann in Einheiten von Straßensegmenten oder in Einheiten von Kartenkacheln ausgeführt werden.

[Fahrzeugsteuerungsmodus basierend auf Kartengenauigkeit]

[0131] Da die Koordinaten des in der Kartenkachel enthaltenen Orientierungspunkts **63** auf der Grundlage einer Vielzahl von Sensordaten berechnet werden, kann es zu statistischen Abweichungen kommen. Das Kartensystem **1** weist auf der Grundlage statistischer Variabilität für jede Kartenkachel eine Genauigkeitsstufe zu. Dann wird die Anwendung, die die Karteninformationen verwendet, entsprechend dem Genauigkeitsniveau eingeschränkt. Der Betriebsablauf des Kartensystems **1** wird nachstehend unter Bezugnahme auf **Fig. 10** beschrieben.

[0132] Wie in **Fig. 10** gezeigt ist, wird zunächst Schritt S300 ausgeführt. Schritt S300 ist ein Schritt, in welchem der Serverprozessor **31**, der den Server **3** bildet, Mess- bzw. Sensordaten erfasst. Der Serverprozessor **31** erfasst Sensordaten von einer Vielzahl von Fahrzeugen, die auf derselben Kartenkachel fahren. Das heißt, der Serverprozessor **31** erfasst eine Vielzahl von Koordinatendaten für einen Orientierungspunkt.

[0133] Als nächstes wird Schritt S301 ausgeführt. Schritt S301 ist ein Schritt, in welchem der Serverprozessor **31** die Koordinatenvarianz für jeden Orientierungspunkt berechnet. Die Varianz wird für jede Koordinate der geografischen Breite, Länge und Höhe berechnet. Wie in **Fig. 7** gezeigt ist, berechnet der Serverprozessor **31** die Varianz σ^2 jedes Orientierungspunkts **63** auf der Grundlage der von der Vielzahl von Fahrzeugen empfangenen Sensordaten. In dem in **Fig. 7** gezeigten Beispiel existieren vier Orientierungspunkte 63a bis 63d in der Kartenkachel, und werden die Varianzen σ_a^2, σ_b^2, σ_c^2 und σ_d^2 für jeden Orientierungspunkt berechnet.

[0134] Als nächstes wird Schritt S302 ausgeführt. Schritt S302 ist ein Schritt, in welchem der Serverprozessor **31** den Medianwert p der berechneten Varian-

zen σ_a^2, σ_b^2, σ_c^2 und σ_d^2 berechnet und mit dem vorbestimmten Schwellenwert T1 vergleicht. Der Medianwert der Varianz wird hier als ein Beispiel berechnet, und es kann jeder beliebige Wert verwendet werden, solange er den Grad der Variation in den Koordinaten der zu der Kartenkachel gehörenden Orientierungspunkte statistisch indizieren kann. Es kann z.B. der Mittelwert verwendet werden. Wenn der Medianwert p die Beziehung $0 < p \leqq T1$ mit dem vorbestimmten Schwellenwert T1 erfüllt, ist die Bestimmung in Schritt S302 „JA“, und schreitet der Prozess zu Schritt S303 fort.

[0135] Schritt S303 ist ein Schritt des Zuweisens der Genauigkeitsstufe „Hoch“ zu er Kartenkachel, die in Schritt S302 als „JA“ bestimmt wurde. Die Kartenkachel, der das Genauigkeitsniveau „Hoch“ zugewiesen wird, ist die Kartenkachel, die als die höchste Genauigkeit aufweisend bestimmt wurde.

[0136] Andererseits schreitet dann, wenn die Bestimmung in Schritt S302 „NEIN“ lautet, der Prozess zu Schritt S304 fort. Schritt S304 ist ein Schritt, in welchem der Serverprozessor **31** den Medianwert p (der auch ein Durchschnittswert sein kann) berechnet und ihn mit den vorbestimmten Schwellenwerten T1 und T2 vergleicht. Wenn der Medianwert p die Beziehung $T1 < p \leqq T2$ mit den vorbestimmten Schwellenwerten T1 und T2 erfüllt, ist die Bestimmung in Schritt S304 „JA“, und schreitet der Prozess zu Schritt S305 fort.

[0137] Schritt S303 ist ein Schritt des Zuweisens der Genauigkeitsstufe „Mittel“ zu der Kartenkachel, die in Schritt S302 als „JA“ bestimmt wurde.

[0138] Andererseits schreitet dann, wenn die Bestimmung in Schritt S304 „NEIN“ lautet, der Prozess zu Schritt S306 fort. Schritt S306 ist ein Schritt, in welchem der Kartenkachel, für die in Schritt S304 die Bestimmung „NEIN“ erfolgt, die Genauigkeitsstufe „Niedrig“ zugewiesen wird. Die Kartenkachel, der das Genauigkeitsniveau „Niedrig“ zugewiesen wird, ist die Kartenkachel, für die die geringste Genauigkeit ermittelt wurde.

[0139] Die Genauigkeitsstufe der Kartenkachel ist höher in der Reihenfolge „Hoch“, „Mittel“ und „Niedrig“. Je höher die Genauigkeitsstufe bzw. der Genauigkeitsgrad ist, desto genauer kann die aktuelle Position des Fahrzeugs bestimmt werden, und desto mehr fortgeschrittene Fahrunterstützung kann realisiert werden. Das heißt, während der Fahrt in einem Gebiet, das einer Kartenkachel mit einer hohen Genauigkeitsstufe entspricht, kann diese für fortgeschrittene bzw. erweiterte Fahrunterstützung wie beispielsweise autonomes Fahren verwendet werden. Andererseits ist die Anwendung während der Fahrt in einem Gebiet, das einer Kartenkachel mit einem niedrigen Genauigkeitsniveau entspricht, eingeschränkt, so dass sie nicht für das automatische Fahren verwendet werden kann. Genauer gesagt erlaubt der Hauptprozessor **40** der Anwendung für automatisches Fahren, die Kartendaten der Kartenkachel zu verwenden, deren Genauigkeitsstufe auf die höchste Stufe festgelegt ist. Für Kartendaten von Kartenkacheln, die auf ein niedriges Genauigkeitsniveau festgelegt sind, ist es der automatischen Fahranwendung untersagt, die Kartendaten zu verwenden. Infolgedessen können die Kartenkacheln mit hoher Genauigkeit effektiv genutzt werden, und kann verhindert werden, dass die Kartenkacheln mit niedriger Genauigkeit versehentlich für Anwendungen verwendet werden, die mehr Sicherheit erfordern, wie beispielsweise eine Anwendung für automatisches Fahren. Wenn die Nutzung der Anwendung aufgrund der Genauigkeitsstufe der Kartenkachel eingeschränkt ist, kann es bevorzugenswert sein, dass der Hauptprozessor **40** den Benutzer über die HMI **60** auf diese Einschränkung hinweist. Die Untersagung der Bereitstellung von Kartendaten für eine Anwendung entspricht indirekt der Untersagung der Ausführung der Anwendung selbst oder einer Verschlechterung der Funktion.

[Alternative Mittel des Satellitenpositionierungssystems]

[0140] Wenn die Position des eigenen Fahrzeugs identifiziert wird, identifiziert das Kartensystem **1** die grobe Position des eigenen Fahrzeugs durch Positionieren mit einem Satelliten wie beispielsweise GPS und bestimmt die detaillierte Position des eigenen Fahrzeugs basierend auf den von dem Server **3** heruntergeladenen Karteninformationen und den Koordinaten des Orientierungspunkts **63**, die aus dem von dem Fahrzeug in Echtzeit aufgenommenen Bild berechnet werden. Es gibt jedoch Situationen, in denen es schwierig ist, die Position über den Satelliten zu bestimmen, da sich das Fahrzeug in einem Tunnel oder zwischen hohen Gebäuden befindet.

[0141] Als Positionierungssensor 30a kann das Kartensystem **1** z.B. einen Funkwellendetektor einsetzen, der die in dem drahtlosen LAN bzw. WLAN bereitgestellte Funkwellenintensität erfasst. Die Positionierung über Funkwellen, die von einer WLAN-Basisstation (d. h. einem Zugangspunkt bzw. Access Point) ausgesendet werden, entspricht einer alternativen Positionierungsmöglichkeit. Unter den Basisstationen, die die Funkwellen des drahtlosen LAN senden, empfängt das Fahrzeug eine der Funkwellen, deren globale Koordinaten, an denen die Basisstation installiert ist, bekannt sind. Als Ergebnis wird die Position des eigenen Fahrzeugs auf der Grundlage der Koordinaten der Basisstation und der Intensität der empfangenen Funkwelle geschätzt. Der Betriebsablauf des Kartensystems **1** wird nachstehend unter Bezugnahme auf **Fig. 11** beschrieben.

[0142] Wie in **Fig. 11** gezeigt ist, wird zunächst Schritt S400 ausgeführt. Schritt S400 ist ein Schritt, in welchem der Hauptprozessor **40** die Empfangsintensität von Funkwellen von GPS-Satelliten mit einem vorbestimmten Schwellenwert vergleicht. Als der Schwellenwert wird z.B. die Funkwellenintensität des GPS bestimmt, wenn die Position des eigenen Fahrzeugs durch die Positionierung per GPS und die durch Herunterladen erhaltenen Karteninformationen ausreichend bestimmt werden kann. Wenn die Empfangsintensität der Funkwelle von dem GPS-Satelliten größer als dieser Schwellenwert ist, wird dieser Schritt als „JA“ bestimmt, und schreitet der Prozess zu Schritt S401 fort. Das heißt, der Funkwellendetektor der WLAN-Funkwelle wird als alternatives Positionierungsmittel außer Kraft gesetzt. Dann schreitet der Prozess zu Schritt S402 fort, und wird die Position des eigenen Fahrzeugs durch die Positionierung per GPS und die durch Herunterladen erhaltenen Karteninformationen bestimmt. Ferner werden die Karteninformationen, wie beispielsweise der von der Kamera **10** erhaltene Orientierungspunkt **63**, auf den Server **3** hochgeladen. Nachdem die Position des eigenen Fahrzeugs spezifiziert ist, wird die Position des eigenen Fahrzeugs zur Fahrunterstützung wie beispielsweise automatischem Lenken verwendet.

[0143] Andererseits ist in Schritt S400 dann, wenn die Empfangsintensität der Funkwelle von dem GPS-Satelliten gleich oder kleiner als dieser Schwellenwert ist, die Bestimmung in diesem Schritt „NEIN“, und schreitet der Prozess zu Schritt S403 fort. Das heißt, der Funkwellendetektor der WLAN-Funkwelle wird als ein alternatives Positionierungsmittel validiert. Dann schreitet der Prozess zu S404 fort.

[0144] Schritt S404 ist ein Schritt des Bestimmens, durch den Hauptprozessor **40**, des Sicherheitsniveaus der Basisstation, die Funkwellen des drahtlosen LANs aussendet. Die Sicherheitsstufe ist ein Index des Vertrauens in die von der Basisstation ausgesendeten Informationen. Wenn die Sicherheitsstufe hoch ist, verlässt sich der Hauptprozessor **40** auf die Koordinaten des Installationsortes der Basisstation und spezifiziert die aktuelle Position des eigenen Fahrzeugs basierend auf den globalen Koordinaten der Basisstation, der Empfangsstärke der Funkwellen, die von dem an dem Fahrzeug angebrachten Funkwellendetektor empfangen werden, und der Positionsvorhersage des eigenen Fahrzeugs durch das SfM. Beispielsweise wird die Entfernung zur Basisstation auf der Grundlage der Empfangsstärke geschätzt und wird bestimmt, dass die Entfernung zu der Installationsposition der Basisstation innerhalb der geschätzten Entfernung liegt. Wenn Signale von mehreren Basisstationen empfangen werden können, wird die Entfernung zu jeder Basisstation basierend auf der Empfangsstärke der Signale von jeder Basisstation geschätzt, und wird die aktuelle Position unter Verwendung der Installationsposition jeder Basisstation und der Entfernung von jeder Basisstation berechnet. Positionsschätzungsverfahren, die die von Basisstationen ausgesendete Funkwellen verwenden, beinhalten verschiedene Verfahren wie beispielsweise das AOA (d. h. Angle Of Arrival) -Verfahren, welches die Ankunftsrichtung von Funkwellen verwendet, das Ankunftszeit (TOA oder Time Of Arrival)-Verfahren und das Ankunftszeitdifferenz (TDOA oder Time Difference Of Arrival)-Verfahren. Die Sicherheitsstufe kann wahlfrei festgelegt werden. Beispielsweise kann für Basisstationen, die von öffentlichen Einrichtungen und öffentlichen Infrastrukturunternehmen bereitgestellt werden, auf eine hohe Sicherheitsstufe geschlossen werden. Andererseits kann abgeleitet werden, dass die Sicherheitsstufe einer Basisstation, die von einer Privatperson bereitgestellt wird, niedrig sein kann.

[0145] Wenn in Schritt S404 bestimmt wird, dass die Sicherheitsstufe der Basisstation oder die Sicherheitsstufe des alternativen Positionierungsmittels niedrig ist, wird dieser Schritt als „NEIN“ bestimmt, und schreitet der Prozess zu Schritt S405 fort. In Schritt S405 werden die von der Kamera **10** erhaltenen Karteninformationen, wie beispielsweise der Orientierungspunkt **63**, auf den Server **3** hochgeladen. Wenn die GPS-Empfangsstärke ausreichend gesichert ist oder die Positionierung durch das alternative Positionierungsmittel mit einem hohen Sicherheitsniveau realisiert wird, werden die Positionierungsinformationen durch das alternative Positionierungsmittel zum Spezifizieren der Position des eigenen Fahrzeugs wie in Schritt S402 verwendet. Andererseits wird dann, wenn nur eine Positionierung durch ein alternatives Positionierungsmittel mit einem niedrigen Sicherheitsniveau realisiert werden kann, wird die Position des eigenen Fahrzeugs nicht spezifiziert, und werden die Positionierungsinformationen nur durch Hochladen der Karteninformationen auf den Server **3** bereitgestellt.

[0146] Der Schritt des Bestimmens des Sicherheitsniveaus des alternativen Positionierungsmittels ist optional und wird nicht immer notwendigerweise ausgeführt. Das heißt, Schritt S404 in **Fig. 11** braucht nicht durchgeführt zu werden. In einem solchen Aspekt kann es dann, wenn eine Positionierung per Satellit nicht ausreichend durchgeführt werden kann und die Positionierung durch ein alternatives Positionierungsmittel durchgeführt wird, bevorzugenswert sein, dass die Positionierungsinformationen nur durch Hochladen der Karteninformationen auf den Server **3** bereitgestellt werden.

[0147] Nebenbei bemerkt braucht das alternative Positionierungsmittel nicht auf die Positionierung durch die von der WLAN-Basisstation, deren Installationspositionskoordinaten bekannt sind, ausgesendeten Funkwellen beschränkt zu sein. Alternativ kann die Positionierung durch die Funkwelle, die

von der Basisstation für drahtlose Nahbereichskommunikation, deren Installationspositionskoordinaten bekannt sind, ausgesendet wird, die Positionierung durch IMES, die Positionierung durch Geomagnetismus und dergleichen übernommen werden.

[0148] Der Funkwellendetektor, der Funkwellen von einem drahtlosen LAN, drahtloser Nahbereichskommunikation und IMES empfängt, und der Magnetdetektor, der Geomagnetismus erfasst, müssen nicht unbedingt an dem Fahrzeug befestigt sein. Wenn z.B. ein mobiles Gerät wie beispielsweise ein Smartphone mit einem Detektor wie vorstehend beschrieben ausgestattet ist und das mobile Gerät mit dem Kartensystem **1** verbunden ist, werden die von dem mobilen Gerät erhaltenen Positionierungsinformationen für das Kartensystem **1** verwendet.

[Verfahren zum Aktualisieren von Kartendaten]

[0149] Wenn die Position des eigenen Fahrzeugs identifiziert wird, identifiziert das Kartensystem **1** die grobe Position des eigenen Fahrzeugs durch Positionierung mit einem Satelliten wie beispielsweise GPS und bestimmt die detaillierte Position des eigenen Fahrzeugs basierend auf den von dem Server **3** heruntergeladenen Karteninformationen und den Koordinaten des Orientierungspunkts **63**, die aus dem von dem Fahrzeug in Echtzeit aufgenommenen Bild berechnet wurden. Es gibt jedoch Situationen, in welchen die Karteninformationen nicht auf dem Server **3** vorhanden sind oder die Karteninformationen alt sind und die aktuelle Situation nicht genau wiedergeben.

[0150] Basierend auf solchen Umständen werden für jede Kartenkachel die drei Modi „keine Karte“, „Karte vorhanden, aber alt“ und „neueste Karte vorhanden“ festgelegt. Das Aktualisierungsflag kann auf der Kartenkachel für die beiden Modi „keine Karte“ und „Karte vorhanden, aber alt“ gesetzt werden. Kartenkacheln, die dem Bereich entsprechen, in dem das Aktualisierungsflag gesetzt ist, können bevorzugt zur Erzeugung einer Karte oder zur Aktualisierung der Karte verwendet werden. Der Betriebsablauf des Kartensystems **1** entsprechend der technischen Idee wird nachstehend unter Bezugnahme auf **Fig. 12** beschrieben.

[0151] Wie in **Fig. 12** gezeigt ist, wird zunächst Schritt S500 ausgeführt. Schritt S500 ist ein Schritt, in welchem der Hauptprozessor **40** eine grobe Position des eigenen Fahrzeugs durch GPS oder dergleichen identifiziert. Durch diesen Schritt wird der Bereich erfasst, in dem sich das eigene Fahrzeug befindet.

[0152] Als nächstes wird Schritt S501 ausgeführt. Schritt S501 ist ein Schritt, in welchem der Hauptprozessor **40** bestimmt, ob die Karteninformationen der Kartenkachel, die dem Bereich entspricht, in dem sich das eigene Fahrzeug befindet, in dem Server **3** gespeichert sind oder nicht. Der Hauptprozessor **40** überträgt zum Beispiel die aktuellen Positionsinformationen des eigenen Fahrzeugs an den Server **3**. Wenn die Karteninformationen der Kartenkachel des Bereichs, in dem das Fahrzeug existiert, vorhanden sind, gibt der Server **3** ein Signal zurück, das anzeigt, dass die Karteninformationen vorhanden sind. Wenn der Server **3** die Kartenkachel des Bereichs, in dem das Fahrzeug existiert, nicht hat, gibt der Server **3** ein Signal zurück, das anzeigt, dass der Server **3** die Kartendaten des angeforderten Bereichs nicht hat. Wie vorstehend beschrieben wurde, kann Schritt S501 durch Koordination mit dem Hauptprozessor **40** und dem Server **3** durchgeführt werden. Wenn die Kartendaten nicht als eine Kartenkachel gespeichert sind, wird dieser Schritt als „NEIN“ bestimmt, und schreitet der Prozess zu Schritt S502 fort. Wenn es keine Kartendaten der Kartenkachel, in der das Fahrzeug existiert, gibt, wird auch der Fall einbezogen, dass die Kartendaten der Kartenkachel abgelaufen sind.

[0153] Schritt S502 ist ein Schritt, in welchem der Hauptprozessor **40** die Kartenkachel, die dem Bereich entspricht, auf den Modus „keine Karte“ festlegt. Dann schreitet der Prozess zu Schritt S503 fort.

[0154] Schritt S503 ist ein Schritt, in welchem der Hauptprozessor **40** das Aktualisierungsflag für die dem Bereich entsprechende Kartenkachel auf „EIN“ setzt. Wenn das Aktualisierungsflag auf „EIN“ gesetzt ist, lädt der Hauptprozessor **40** sequenziell Merkmalsinformationen, wie beispielsweise Fahrspurinformationen, als Sensordaten hoch. Infolgedessen wird für die Kartenkachel, die dem Bereich entspricht, in dem das Aktualisierungsflag auf „EIN“ gesetzt ist, die Karte bevorzugt von dem Serverprozessor **31** erzeugt. Dieser Ablauf endet durch Schritt S503. In einer stärker bevorzugten Ausführungsform lädt der Hauptprozessor **40** während der Fahrt auf der Kartenkachel, in der das Aktualisierungsflag auf „EIN“ gesetzt ist, zusätzlich zu Merkmalsinformationen auch Informationen zum Fahrzeugverhalten hoch.

[0155] Wenn in Schritt S501 die Karteninformationen in der Kartenkachel vorhanden sind, die dem Bereich entspricht, in dem sich das eigene Fahrzeug befindet, wird dieser Schritt als „JA“ bestimmt, und schreitet der Prozess zu Schritt S504 fort.

[0156] Schritt S504 ist ein Schritt des Bestimmens, ob die neuesten Informationen in Bezug auf die auf der Kartenkachel aufgezeichneten Karteninformationen öffentlich bekannt gegeben sind oder nicht. Im Fall von Japan besteht eine öffentliche Bekanntgabe zum Beispiel in Karteninformationen, die von der Geographical Information Authority of Japan im Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism freigegeben wurde. Wenn hier die Differenz zwischen den Orientierungspunktekoordinaten in den auf dem

Server **3** gespeicherten Karteninformationen und den Orientierungspunktekoordinaten in den von der Geographical Information Authority of Japan veröffentlichten Karteninformationen eine vorbestimmte Entfernung (z.B. 10 cm) oder mehr ist, wird bestimmt, dass die neuesten Informationen öffentlich zugänglich sind. Zusätzlich zu den Karteninformationen, die von der Geospatial Information Authority of Japan bereitgestellt werden, können auch Karteninformationen, die von einem bestimmten Kartenanbieter bereitgestellt werden, als öffentliche Karteninformationen verwendet werden. Die öffentliche Bekanntgabe ist nicht auf eine Veröffentlichung durch Regierungsbehörden beschränkt, sondern beinhaltet auch eine halböffentliche Veröffentlichung durch bestimmte Kartenanbieter. Darüber hinaus ist, selbst wenn dies nicht veröffentlicht ist, die Differenz zwischen den Koordinaten der Orientierungspunkte in den auf dem Server **3** gespeicherten Karteninformationen und den Koordinaten der gemessenen Orientierungspunkte gleich oder größer als eine vorbestimmte Entfernung (z.B. 10 cm) durch das Festpunkt-Vermessungsinstrument im Besitz der Geospatial Information Authority of Japan, oder hochpräzise GPS-Positionierung, und dergleichen, wird bestimmt, dass die neuesten Informationen öffentlich zugänglich sind. In einem solchen Fall ist die Bestimmung in diesem Schritt „JA“, und schreitet der Prozess zu Schritt S505 fort. Schritt S504 kann entweder durch das Fahrzeug oder den Server durchgeführt werden. Der Hauptprozessor **40** oder der Serverprozessor **31** kommuniziert mit einem externen Server, der von einem Kartenanbieter oder einer Regierungsbehörde verwaltet wird, um zu bestimmen, ob die neuesten Karteninformationen für die Kartenkachel, in der sich das Fahrzeug befindet, veröffentlicht sind oder nicht.

[0157] Schritt S505 ist ein Schritt, in welchem der Hauptprozessor **40** die dem Bereich entsprechende Kartenkachel auf den Modus „Karte vorhanden, aber alt“ festlegt. Dann schreitet der Prozess zu Schritt S503 fort.

[0158] Schritt S503 ist ein Schritt, in welchem der Hauptprozessor **40** das Aktualisierungsflag für die dem Bereich entsprechende Kartenkachel auf „EIN“ setzt. Für die Kartenkachel, die dem Bereich entspricht, bei dem das Aktualisierungsflag auf „EIN“ gesetzt ist, werden die Merkmalsinformationen sequenziell von dem Fahrzeug auf den Server **3** hochgeladen, so dass die Karte bevorzugt aktualisiert wird. Dieser Ablauf endet mit Schritt S503.

[0159] Wenn in Schritt S504 bestimmt wird, dass die neuesten Informationen in Bezug auf die in der Kartenkachel aufgezeichneten Karteninformationen nicht öffentlich bekannt gemacht wurden, wird dieser Schritt zu einer NEIN-Bestimmung schreitet der Prozess zu Schritt S506 fort.

[0160] Schritt S506 ist ein Schritt, in welchem der Hauptprozessor **40** die Karteninformationen der Kartenkachel, die der aktuellen Position entspricht, von dem Server **3** herunter.

[0161] Als nächstes wird Schritt S507 ausgeführt. In Schritt S507 verifiziert der Hauptprozessor **40** die Koordinaten des Orientierungspunkts **63**, die in den von dem Server **3** heruntergeladenen Karteninformationen enthalten sind, mit den Koordinaten des Orientierungspunkts **63**, die auf der Grundlage des in Echtzeit aufgenommenen Bilds berechnet wurden, so dass die Position des betreffenden Fahrzeugs identifiziert (d. h. lokalisiert) wird.

[0162] Als nächstes wird Schritt S508 ausgeführt. Schritt S508 ist ein Schritt des Bestimmens, ob der Hauptprozessor **40** eine Abweichung in den Koordinaten des eigenen Fahrzeugs (nachstehend auch als Positionsabweichung bezeichnet) erfasst hat oder nicht.

[0163] Die Position des eigenen Fahrzeugs, die basierend auf den Koordinaten des Orientierungspunkts **63**, die in den von dem Server **3** heruntergeladenen Karteninformationen enthalten sind, und den relativen Koordinaten des Orientierungspunkts **63** in Bezug auf die Position des eigenen Fahrzeugs, die aus dem von der Kamera **10** in Echtzeit aufgenommenen Bild berechnet wird, spezifiziert wird, wird als die erste Position bezeichnet. Andererseits wird die Position des eigenen Fahrzeugs, die unter Verwendung der GPS-Funkwelle bestimmt wird und nicht von den in dem Server **3** gespeicherten Karteninformationen abhängt, als die zweite Position bezeichnet. Die Mittel zur Berechnung der Koordinaten des Orientierungspunkts **63** in Echtzeit müssen sich nicht auf die der Kamera **10** beschränken, sondern es kann beispielsweise auch ein Radar oder LiDAR verwendet werden. Ferner sind die Mittel zum Identifizieren der Position des eigenen Fahrzeugs ohne Abhängigkeit von den Karteninformationen nicht auf GPS beschränkt, und beispielsweise können Odometrie, Koppelnavigation, drahtloses LAN oder drahtlose Nahbereichskommunikation, Positionsidentifizierung mit IMES-Funkwellen und Geomagnetismus als Identifizierungsmittel verwendet werden.

[0164] Die Erfassung der Abweichung der Koordinaten des eigenen Fahrzeugs bedeutet, dass z.B. erfasst wird, dass die Abweichung zwischen der ersten Position und der zweiten Position gleich oder größer als eine vorbestimmte Entfernung ist. Alternativ zeigt die Erfassung der Abweichung der Koordinaten des eigenen Fahrzeugs an, dass ein Zustand, in dem die Abweichung zwischen der ersten Position und der zweiten Position gleich oder größer als eine vorbestimmte Entfernung ist, eine vorbestimmte numerische Anzahl von Malen aufgetreten ist. Die numeri-

sche Anzahl von Malen und die Häufigkeit von Fehlausrichtungen der Positionierung entsprechen einer Indexinformation (mit anderen Worten einem Fehlersignal), die angibt, dass die Kartendaten aktualisiert werden müssen. Darüber hinaus entspricht die Positionsabweichung einem Ereignis zur Übertragung von Indexinformationen (nachstehend als ein Übertragungsereignis bezeichnet). Die Erfassung der Positionsabweichung (mit anderen Worten, die Erfassung des Übertragungsereignisses) kann durch den Hauptprozessor **40** selbst oder durch eine andere Vorrichtung (z.B. den Bildprozessor **20**) erfolgen. Bei der Erfassung durch eine andere Vorrichtung kann der Hauptprozessor **40** erfassen, dass die Positionsabweichung (mit anderen Worten, ein Übertragungsereignis) aufgetreten ist, indem er ein Signal von der Vorrichtung erhält, das anzeigt, dass die Positionsabweichung aufgetreten ist.

[0165] Ein weiteres Beispiel für das Erfassen der Koordinatenabweichung des eigenen Fahrzeugs kann eine Bestimmung sein derart, dass die Abweichung der Koordinaten des eigenen Fahrzeugs erfasst wird, wenn ein Lenkeingriff des Fahrers mit einem vorbestimmten Ausmaß oder mit einer vorbestimmten Häufigkeit erfolgt, während eine Fahrunterstützung wie beispielsweise automatisches Fahren oder Spurhalten unter Verwendung von Karteninformationen ausgeführt wird. Ein Punkt, an dem der Lenk/Verzögerungseingriff des Fahrers auftritt, während eine Fahrunterstützung wie beispielsweise automatisches Fahren oder Spurhalten unter Verwendung von Karteninformationen ausgeführt wird, ist ebenfalls als ein Inkonsistenzpunkt definiert. Ähnlich zu dem Lenkeingriff kann auch der Eingriff zur Geschwindigkeitsanpassung, wie beispielsweise das Betätigen des Bremspedals, als Beurteilungsindex für das Auftreten einer Positionsabweichung übernommen werden. Das Ausmaß und Häufigkeit von Bedienungseingriffen wie beispielsweise Lenkeingriff und Bremsbetätigung durch den Fahrer entsprechen Indexinformationen, die angeben, dass die Kartendaten aktualisiert werden müssen. Ferner entspricht der Bedienungseingriff des Fahrers während automatischen Fahrens einem Ereignis zur Übertragung von Indexinformationen an den Server **3**.

[0166] Wenn die Positionsverschiebung des eigenen Fahrzeugs in Schritt S508 erfasst wird, ist die Bestimmung in diesem Schritt „JA“ und schreitet der Prozess zu Schritt S505 fort. Er kann derart konfiguriert sein, dass die Anzahl der Erfassungen der Fehlausrichtung hochgezählt wird, und wenn die Anzahl der Erfassungen der Fehlausrichtung einen vorbestimmten Schwellenwert überschreitet, wird in Schritt S508 „JA“ bestimmt und wird Schritt S505 ausgeführt.

[0167] Wie vorstehend beschrieben wurde, ist Schritt S505 ein Schritt des Festlegens der Kartenkachel, die dem Bereich entspricht, auf den Modus „Karte vorhanden, aber alt“, und wird dann das Aktualisierungsflag durch Schritt S503 auf „EIN“ gesetzt. Der Zustand, in dem die Positionsabweichung des eigenen Fahrzeugs erfasst wird, kann als eine Situation angenommen werden, in der sich die Geländeform oder die Position des Orientierungspunkts **63** geändert hat, z.B. aufgrund einer Naturkatastrophe, bevor die Informationen offiziell aktualisiert werden. Durch Setzen des Aktualisierungsflags auf „EIN“ durch Schritt S508 kann es möglich sein, die Aktualisierung der in dem Server **3** gespeicherten Karteninformationen vor der offiziellen Kartenaktualisierung zu fördern.

[0168] Andererseits ist dann, wenn die Positionsabweichung des Subjektfahrzeugs nicht erfasst wird, die Bestimmung in Schritt S508 „NEIN“, und schreitet der Prozess zu Schritt S509 fort.

[0169] Schritt S509 ist ein Schritt, in welchem der Hauptprozessor **40** die dem Bereich entsprechende Kartenkachel auf den Modus „neueste Karte vorhanden“ festlegt. Dann schreitet der Prozess zu Schritt S510 fort.

[0170] Schritt S510 ist ein Schritt, in welchem der Hauptprozessor **40** das Aktualisierungsflag für die Kartenkachel, die dem Bereich entspricht, auf „AUS“ setzt. Kartenkacheln, die Bereichen entsprechen, bei denen das Aktualisierungsflag auf „AUS“ gesetzt ist, benötigen nicht die neueste Kartenaktualisierung und können aktiv zur Fahrunterstützung und dergleichen verwendet werden. Dieser Ablauf endet durch Schritt S510. Wenn das Aktualisierungsflag auf „AUS“ gesetzt ist, lädt der Hauptprozessor **40** Fahrzeugverhaltensinformationen hoch, ohne Merkmalsinformationen wie Fahrspurinformationen als Sensordaten zu senden. In Übereinstimmung mit der Konfiguration für das Hochladen von Fahrzeugverhaltensinformationen kann der Server **3** das Auftreten von Verkehrsstaus und dergleichen erfassen.

[0171] Wie vorstehend beschrieben wurde, legt der Hauptprozessor **40** einen der drei Modi „keine Karte“, „Karte vorhanden, aber alt“ und „neueste Karte vorhanden“ für die Kartenkachel fest, die dem Bereich entspricht, in dem sich das eigene Fahrzeug befindet, basierend auf den vorbestimmten Bedingungen mit Bezug zu Schritt S501, Schritt S504 und Schritt S508, und setzt das Aktualisierungsflag entsprechend jedem Modus. Für Kartenkacheln mit den Modi „keine Karte“ und „Karte vorhanden, aber alt“ wird das Aktualisierungsflag auf „EIN“ gesetzt, so dass die Aktualisierung oder die Erzeugung der in der Kartenkachel enthaltenen Karteninformationen bevorzugt ausgeführt werden kann.

[0172] Vorstehend wurde die Konfiguration zur Bestimmung der Notwendigkeit der Aktualisierung der Kartendaten auf der Fahrzeugseite offenbart, aber

die Konfiguration muss nicht auf dieses Merkmal beschränkt sein. Der Server **3** kann auf der Grundlage der Sensordaten von einer Vielzahl von Fahrzeugen bestimmen, ob die Kartendaten jeder Kartenkachel aktualisiert werden müssen oder nicht. Wenn der Hauptprozessor **40** beispielsweise in Schritt S508 eine Positionsabweichung oder einen Bedienungseingriff eines Insassen für das automatische Fahren des Fahrzeugs feststellt, berichtet der Prozessor **40** die Erfassung an den Server **3**. Alternativ wird ein Signal an den Server **3** übertragen, das anzeigt, dass die Aktualisierung erforderlich ist.

[0173] Der Serverprozessor **31** setzt das Aktualisierungsflag der Kartenkachel, in der die Anzahl der erfassten Fehlausrichtungen einen vorbestimmten Schwellenwert überschreitet, auf „EIN“. Dann wird das Fahrzeug, das sich in dem Bereich fortbewegt, in dem das Aktualisierungsflag auf „EIN“ gesetzt ist, aufgefordert, die Sensordaten einschließlich der Merkmalsinformationen zu übertragen. Auch mit einer solchen Konfiguration können die Kartendaten schnell aktualisiert werden. Die Einheit zur Aktualisierung der Kartendaten muss nicht auf die Kartenkachel-Einheit beschränkt sein. Die Notwendigkeit der Erneuerung kann für jedes Straßensegment verwaltet werden. Zum Beispiel kann EIN/AUS des Aktualisierungsflags für jedes Straßensegment gesetzt werden.

[0174] Ferner können die auf der Grundlage der Sensordaten erzeugten / aktualisierten Kartendaten als temporäre Kartendaten behelfsweise an jedes Fahrzeug verteilt werden. Die behelfsweise verteilte Karte wird verifiziert, z.B. ob sie für die automatische Steuerung in einer Vielzahl von Fahrzeugen verwendet werden kann. Zum Beispiel verifiziert der Hauptprozessor **40** jedes Fahrzeugs die temporäre Karte basierend darauf, ob die Positionsverschiebung erfasst wird, wenn die Position des eigenen Fahrzeugs unter Verwendung der temporären Kartendaten berechnet wird, ob ein Bedienungseingriff des Fahrers erfolgt oder nicht, und so weiter. Die provisorischen Kartendaten können basierend darauf überprüft werden, ob die auf der Grundlage des Bilderkennungsergebnisses geplante Fahrspur und die unter Verwendung der provisorischen Karte geplante Fahrspur übereinstimmen oder nicht. Es kann bevorzugenswert sein, dass die vorläufigen Kartendaten nicht für tatsächliches automatisches Fahren verwendet werden, bis die Verifizierung abgeschlossen ist und sie zu den offiziellen Kartendaten werden. Als das Verfahren zur Verifizierung der vorläufigen Kartendaten kann das in der japanischen Patentanmeldung Nr. 2018-163077, die separat angemeldet wurde, beschriebene Verfahren verwendet werden. Wenn jedes Fahrzeug bestimmt, dass es als ein Ergebnis der Verifizierung der vorläufigen Kartendaten keine Schwierigkeiten gibt, meldet es diese Bestimmung an den Server **3**. Wenn bestimmt wird, dass die vorläufigen Kartendaten zu einer Schwierigkeit führen, benachrichtigt es den Server **3** über die Schwierigkeit. Der Server **3** bestimmt schließlich auf der Grundlage der Verifizierungsergebnisse einer Vielzahl von Fahrzeugen, ob es eine Schwierigkeit mit den temporären Kartendaten gibt, und wenn bestimmt wird, dass es keine Schwierigkeit gibt, übernimmt der Server **3** die temporären Kartendaten als die offizielle Karte. Die als die offizielle Karte angenommenen Kartendaten werden an jedes Fahrzeug verteilt. Das Fahrzeug, an das die temporären Kartendaten verteilt worden ist, kann darüber benachrichtigt werden, dass die temporären Kartendaten als die offiziellen Kartendaten verwendet werden.

[0175] In dem Kartensystem **1** wird das Aktualisierungsflag, das angibt, dass die Karteninformationen aktualisiert werden müssen, auf der Grundlage einer im Voraus festgelegten vorbestimmten Bedingung gesetzt, so dass eindeutig unterschieden werden kann, ob die Karteninformationen aktualisiert werden müssen oder nicht. Dies kann besonders effektiv sein, wenn sich die Koordinaten des Orientierungspunkts **63** aufgrund einer Naturkatastrophe oder dergleichen plötzlich ändern.

[Gegenmaßnahme, wenn ein Orientierungspunkt nicht erfasst werden kann]

[0176] Wenn die Position des eigenen Fahrzeugs identifiziert wird, identifiziert das Kartensystem **1** die grobe Position des eigenen Fahrzeugs durch Positionierung mit einem Satelliten wie beispielsweise GPS und bestimmt die detaillierte Position des eigenen Fahrzeugs auf der Grundlage der von dem Server **3** heruntergeladenen Karteninformationen und der Koordinaten des Orientierungspunkts **63**, die aus dem vom Fahrzeug in Echtzeit aufgenommenen Bild berechnet werden. Es kann jedoch Hindernisse um das eigene Fahrzeug herum geben, die die Abbildung des Orientierungspunkts **63** behindern, und es kann Situationen geben, in welchen die Koordinaten des Orientierungspunkts **63** nicht spezifiziert werden können.

[0177] Das Kartensystem **1** kann das Verhalten des Fahrzeugs so steuern, dass dann, wenn sich das eigene Fahrzeug in der vorstehenden Situation befindet, zumindest ein Orientierungspunkt **63**, der nicht durch Hindernisse verdeckt wird, innerhalb des Sichtwinkels der Kamera **10**, die eine Abbildungseinrichtung ist, liegt. Hier wird der Betriebsablauf des Kartensystems **1**, das auf der technischen Idee basiert, nachstehend unter Bezugnahme auf **Fig. 13** beschrieben. Als Beispiel wird hier eine Kamera **10** beschrieben, die zur Aufnahme der Umgebung vor dem Fahrzeug installiert ist. Zusätzlich zu der Kamera **10**, die die Vorderseite überwacht, können eine Heckkamera, die für die Rückseitenüberwachung zuständig ist, und eine Kamera **10**, die für die Seitenüberwachung zuständig ist (d.h. eine linke/rech-

te Kamera), zusammen angeordnet sein. Ferner wird das vorausfahrende Fahrzeug als ein Beispiel eines den Orientierungspunkt **63** blockierenden Hindernisses beschrieben. Das Hindernis kann hier ein nachfolgendes Fahrzeug entsprechend der Hecküberwachungskamera **10** sein, oder kann ein parallel fahrendes Fahrzeug entsprechend der Seitenüberwachungskamera **10** sein. Andere Objekte als Fahrzeuge können als Hindernis fungieren. Als der periphere Überwachungssensor, der das Kartensystem **1** bildet, kann ein Teil oder die Gesamtheit der Frontkamera, der Heckkamera und der Seitenkamera übernommen bzw. verwendet werden. Eine Heckkamera, die einen vorbestimmten rückwärtigen Bereich erfasst, entspricht einer Hecküberwachungseinrichtung .

[0178] Wie in **Fig. 13** gezeigt ist, wird zunächst Schritt S600 ausgeführt. Schritt S600 ist ein Schritt, in welchem der Hauptprozessor **40** eine grobe Position des eigenen Fahrzeugs durch GPS oder dergleichen identifiziert. Durch diesen Schritt wird der Bereich erfasst, in dem sich das eigene Fahrzeug befindet.

[0179] Als nächstes wird Schritt S601 ausgeführt. Schritt S601 ist ein Schritt, in welchem der Hauptprozessor **40** das vorausfahrende Fahrzeug auf der Grundlage des von der Kamera **10** aufgenommenen Bilds erfasst.

[0180] Als nächstes wird Schritt S602 ausgeführt. Schritt S602 ist ein Schritt, in welchem der Hauptprozessor **40** den Fahrzeugtyp des vorausfahrenden Fahrzeugs erfasst. Der Fahrzeugtyp ist in einer Datenbank aufgezeichnet, die in dem Speicher **80** oder in dem Server **3** gespeichert ist, und der Typ wird aus den Umriss- bzw. Silhouetteninformationen des Ziels bestimmt, die aus dem Bild und dergleichen erhalten werden.

[0181] Als nächstes wird Schritt S603 ausgeführt. Schritt S603 ist ein Schritt, in welchem dem der Hauptprozessor **40** die Fahrzeughöhe des vorausfahrenden Fahrzeugs, das zu einem Hindernis wird, basierend auf dem Fahrzeugtyp erfasst. Die Fahrzeughöheninformation ist mit dem Fahrzeugtyp verknüpft, und die dem Fahrzeugtyp des vorausfahrenden Fahrzeugs entsprechende Fahrzeughöhe wird erfasst. Die Fahrzeughöheninformation kann aus dem aufgenommenen Bild berechnet werden.

[0182] Als nächstes wird Schritt S604 ausgeführt. Schritt S604 ist ein Schritt, in welchem der Hauptprozessor **40** bestimmt, ob das vorausfahrende Fahrzeug als ein Hindernis ein hohes Fahrzeug ist oder nicht. Bei der Bestimmung, ob das vorausfahrende Fahrzeug ein hohes Fahrzeug ist oder nicht, wird beispielsweise die in Schritt S603 erfasste Fahrzeughöhe mit einem vorbestimmten Schwellenwert verglichen, und wenn die Fahrzeughöhe höher als der Schwellenwert ist, wird bestimmt, dass das vorausfahrende Fahrzeug ein hohes Fahrzeug ist. Alternativ kann in einem anderen Beispiel der Fahrzeugtyp, der als ein hohes Fahrzeug klassifiziert ist, im Voraus bestimmt werden, und kann, wenn das vorhergehende Fahrzeug der entsprechende Fahrzeugtyp ist, bestimmt werden, dass es ein hohes Fahrzeug ist. Wenn in Übereinstimmung mit dem Fahrzeugtyp bestimmt wird, ob das Fahrzeug hoch ist oder nicht, kann Schritt S603 zur Erfassung der Fahrzeughöhe entfallen. Der Fahrzeugtyp, der als ein hohes Fahrzeug bestimmt wurde, beinhaltet z.B. einen Lastwagen oder ein Feuerwehrfahrzeug. Wenn in Schritt S604 festgestellt wird, dass das vorausfahrende Fahrzeug ein hohes Fahrzeug ist, schreitet das Verfahren zu Schritt S605 fort.

[0183] Schritt S605 ist ein Schritt, in welchem der Hauptprozessor **40** den Aktuator **70** dazu steuert, die relative Position zwischen dem eigenen Fahrzeug und dem Hindernis so zu verändern, dass der Orientierungspunkt **63** von der Kamera **10** erkannt werden kann. Konkret ist der Aktuator **70** beispielsweise eine Bremsvorrichtung, und steuert der Hauptprozessor **40** die Bremsvorrichtung an, um das eigene Fahrzeug abzubremsen. Dadurch wird der Abstand zwischen dem eigenen Fahrzeug und dem vorausfahrenden Fahrzeug, das ein Hindernis ist, groß und wird der Bereich, den das vorausfahrende Fahrzeug in Bezug auf den Blickwinkel einnimmt, klein. Daher kann, da es möglich ist, eine Situation zu realisieren, in welcher der Orientierungspunkt **63**, wie beispielsweise ein Schild, leicht innerhalb des Sichtwinkels reflektiert wird, der Hauptprozessor **40** den Orientierungspunkt **63** erkennen und die Koordinaten des Orientierungspunkts **63** berechnen. Wenn das vorausfahrende Fahrzeug ein hohes Fahrzeug ist, werden die Ampel, die Zielanzeige und dergleichen wahrscheinlich durch das vorausfahrende Fahrzeug blockiert und kann die Kamera **10** nicht erkannt werden. Daher wird die Erfassungshäufigkeit bzw. Erfassungsfrequenz des Orientierungspunkts **63** durch Schritt S605 verbessert. Gleichzeitig damit wird die Häufigkeit bzw. Frequenz der Berechnung der Koordinaten des Orientierungspunkts **63** aus dem Bild ebenfalls verbessert, so dass die Koordinaten des Orientierungspunkts **63**, die in den Karteninformationen enthalten sind, über einen längeren Zeitraum überprüft werden können und die Position des eigenen Fahrzeugs genauer bestimmt werden kann. Eine Steuerung, die den Abstand zwischen dem Fahrzeug und dem vorausfahrenden Fahrzeug durch Abbremsen oder dergleichen vergrößert, entspricht einem Beispiel einer Fahrzeugsteuerung, die dem Peripherieüberwachungssensor das Erfassen von Orientierungspunkten erleichtert.

[0184] Der von dem Hauptprozessor **40** gesteuerte Aktuator **70** muss nicht auf die Bremsvorrichtung beschränkt sein, sondern kann z.B. ein Lenkvorgang

sein. Insbesondere wenn das vorausfahrende Fahrzeug ein hohes Fahrzeug ist, kann der Hauptprozessor **40** die Lenkung so steuern, dass die Spur gewechselt wird, um eine Situation zu schaffen, in welcher es kein vorausfahrendes Fahrzeug gibt, das zu einem Hindernis vor dem eigenen Fahrzeug wird.

[0185] Nach Schritt S605 endet dieser Ablauf. Ferner wird in Schritt S604 dann, wenn bestimmt wird, dass das vorausfahrende Fahrzeug kein hohes Fahrzeug ist, dieser Ablauf in ähnlicher Weise beendet.

[0186] Durch Verwenden der vorstehenden Konfiguration verbessert das Kartensystem **1** auch die Berechnungshäufigkeit der Koordinaten des Orientierungspunkts **63** aus dem Bild, so dass es möglich ist, mit den Koordinaten des Orientierungspunkts **63**, die von den Karteninformationen gehalten werden, über einen längeren Zeitraum zu verifizieren, so dass die Position des eigenen Fahrzeugs genauer spezifiziert werden kann.

[Gegenmaßnahme, wenn ein Orientierungspunkt nicht erkannt werden kann (Änderungsbeispiel)]

[0187] Vorstehend wurde ein Beispiel des Erfassens des Fahrzeugtyps des vorausfahrenden Fahrzeugs, das ein Hindernis ist, und der Steuerung des Fahrzeugs auf der Grundlage des Fahrzeugtyps beschrieben. Als ein weiterer Aspekt kann das Kartensystem **1** das Fahrzeug so steuern, dass der Orientierungspunkt **63** auf der Grundlage des in Echtzeit gemessenen Zwischenfahrzeugabstands und der durch Bilderkennung berechneten Fahrzeughöhe erkannt werden kann. Ein Betriebsbeispiel des Kartensystems **1**, das auf der technischen Idee basiert, wird nachstehend unter Bezugnahme auf **Fig. 14** bis **Fig. 16** beschrieben. Hier wird beispielhaft eine Kamera **10** beschrieben, die zur Aufnahme eines Bilds der Umgebung vor dem Fahrzeug installiert ist. Zusätzlich zu der Kamera **10**, die die Vorderseite überwacht, kann die Kamera **10** koexistieren, die für die Überwachung der Rückseite und der Seite verantwortlich ist. Ferner wird das vorausfahrende Fahrzeug als ein Beispiel eines den Orientierungspunkt **63** blockierenden Hindernisses beschrieben. Dabei kann das Hindernis ein der Hecküberwachungskamera **10** entsprechendes nachfolgendes Fahrzeug oder ein der Seitenüberwachungskamera **10** entsprechendes parallel fahrendes Fahrzeug sein. Hindernisse können auch andere Objekte als Fahrzeuge sein.

[0188] Wie in **Fig. 14** gezeigt ist, wird zunächst Schritt S700 ausgeführt. Schritt S700 ist ein Schritt, in welchem dem der Hauptprozessor **40** eine grobe Position des eigenen Fahrzeugs durch GPS oder dergleichen identifiziert. Durch diesen Schritt wird der Bereich erfasst, in dem sich das eigene Fahrzeug befindet.

[0189] Als nächstes wird Schritt S701 ausgeführt. Schritt S701 ist ein Schritt, in welchem der Hauptprozessor **40** das vorausfahrende Fahrzeug auf der Grundlage des von der Kamera **10** aufgenommenen Bilds erfasst.

[0190] Als nächstes wird Schritt S702 ausgeführt. Schritt S702 ist ein Schritt, in welchem der Hauptprozessor **40** den Abstand zu dem vorausfahrenden Fahrzeug, d.h. den Abstand zwischen den Fahrzeugen, misst. Der Abstand zwischen den Fahrzeugen kann durch Radar, LIDAR oder eine Verschmelzungskonfiguration aus diesen und einer Bildgebungsvorrichtung gemessen werden.

[0191] Als nächstes wird Schritt S703 ausgeführt. Schritt S703 ist ein Schritt, in welchem der Hauptprozessor **40** die Höhe des vorausfahrenden Fahrzeugs misst. Die Höhe des vorausfahrenden Fahrzeugs wird auf der Grundlage des in Schritt S702 erfassten Abstands zu dem vorausfahrenden Fahrzeug und der V-Richtungs-Koordinaten in dem Bild des oberen Endes des vorausfahrenden Fahrzeugs, projiziert in das von der Kamera **10** aufgenommene Bild, eindeutig gemessen.

[0192] Als nächstes wird Schritt S704 ausgeführt. Schritt S704 ist ein Schritt, in welchem der Hauptprozessor **40** die Koordinaten des Orientierungspunkts **63**, von der angenommen wird, dass er innerhalb des Sichtwinkels existiert, aus den Karteninformationen erfasst. Der Hauptprozessor **40** identifiziert den Bereich, in dem sich das Fahrzeug befindet, aus der in Schritt S700 spezifizierten groben Position des eigenen Fahrzeugs und liest die dem Bereich entsprechende Kartenkachel ein. Dann werden die Koordinaten des Orientierungspunkts **63**, der auf der Kartenkachel aufgezeichnet sind, erfasst. Hier beinhaltet der Orientierungspunkt **63** eine weiße Linie (mit anderen Worten eine Fahrspurmarkierung). Alternativ kann es effektiver sein, wenn es sich um ein Ziel handelt, das aufgrund der großen Größe des vorausfahrenden Fahrzeugs schwer mit der Kamera **10** abzubilden ist, und kann es effektiver sein für eine Ampel oder eine Zielanzeige, ein Geschwindigkeitsbegrenzungsschild usw. Die Koordinaten des Orientierungspunkts **63** beinhalten die Koordinateninformationen der vier Ecken, die das Rechteck bilden, zum Beispiel, wenn der Orientierungspunkt **63** eine rechteckige Plattenform orthogonal zur Fortbewegungsrichtung des Fahrzeugs hat.

[0193] Als nächstes wird Schritt S705 ausgeführt. Schritt S705 ist ein Schritt des Bestimmens, ob das vorausfahrende Fahrzeug an einer Position existiert, die den Orientierungspunkt **63**, der sich innerhalb des Sichtwinkels befinden würde, blockiert oder nicht. Wie in **Fig. 15** gezeigt ist, wird ein Abschnitt (der schraffierte Abschnitt in **Fig. 15**), der zu einem toten Winkel der Kamera **10** wird, auf der Grundla-

ge des in Schritt S702 erfassten Abstands zwischen den Fahrzeugen, der in Schritt S703 erfassten Fahrzeughöhe des vorausfahrenden Fahrzeugs und des Sichtwinkels der an dem eigenen Fahrzeug angebrachten Kamera **10** bestimmt. Wenn der tote Winkel zumindest einen Teil der Koordinaten beinhaltet, die den Orientierungspunkt **63** bilden, wird bestimmt, dass das vorausfahrende Fahrzeug den Orientierungspunkt **63** blockiert, und dieser Schritt ist eine „JA"-Bestimmung. Das in **Fig. 15** gezeigte Beispiel ist ein Beispiel, in welchem alle Orientierungspunkte **63** in dem von dem vorausfahrenden Fahrzeug erzeugten toten Winkel eingeschlossen sind, und dieser Schritt ist eine „JA"-Bestimmung.

[0194] Wenn die Bestimmung in Schritt S705 „JA" ist, schreitet der Prozess zu Schritt S706 fort. Schritt S706 ist ein Schritt, in welchem der Hauptprozessor **40** den Aktuator **70** dazu steuert, die relative Position zwischen dem eigenen Fahrzeug und dem Hindernis so zu ändern, dass der Orientierungspunkt **63** von der Kamera **10** erkannt werden kann. Konkret ist der Aktuator **70** beispielsweise eine Bremsvorrichtung, und steuert der Hauptprozessor **40** die Bremsvorrichtung an, um das eigene Fahrzeug abzubremsen.

[0195] Wie in **Fig. 16** gezeigt ist, vergrößert der Hauptprozessor **40** den Zwischenfahrzeugabstand zwischen dem eigenen Fahrzeug und dem vorausfahrenden Fahrzeug, so dass der Orientierungspunkt **63** durch dieses Abbremsen vollständig aus dem toten Winkelbereich entfernt wird. Konkret wird das Fahrzeug so lange abgebremst, bis der das Fahrzeug den Zwischenfahrzeugabstand derart hat, dass alles von dem oberen Ende bis zu dem unteren Ende des Orientierungspunkts **63** oberhalb des oberen Endes des vorausfahrenden Fahrzeugs visuell erkannt werden kann. Wie noch beschrieben wird, kann es auch möglich sein, so lange zu bremsen, bis ein Teil des Orientierungspunkts **63** visuell erkannt werden kann. Infolgedessen kann der Hauptprozessor **40** den Orientierungspunkt **63** erkennen, und können die Koordinaten des Orientierungspunkts **63** auf der Grundlage des Bilds berechnet werden.

[0196] In dem Kartensystem **1** kann der Orientierungspunkt **63** leicht erkannt werden, ohne den Fahrzeugtyp zu erfassen. Dies ist besonders effektiv, wenn aufgrund einer plötzliche Unterbrechung oder dergleichen nicht genügend Zeit für die Erfassung des Fahrzeugtyps des vorausfahrenden Fahrzeugs sichergestellt werden kann, oder wenn ein anderes Hindernis als das Fahrzeug plötzlich vor das Fahrzeug springt.

[0197] Der von dem Hauptprozessor **40** gesteuerte Aktuator **70** muss nicht auf die Bremsvorrichtung beschränkt sein, und kann z.B. ein Lenkvorgang sein. Insbesondere wenn das vorausfahrende Fahrzeug ein hohes Fahrzeug ist, kann der Hauptprozessor **40** die Lenkung dazu steuern, die Fahrspur zu wechseln, um eine Situation zu schaffen, in der es kein vorausfahrendes Fahrzeug gibt, das vor dem eigenen Fahrzeug zu einem Hindernis wird. Verschiedene Steuerungen wie beispielsweise Abbremsen, Spurwechsel und Positionswechsel in der Spur können als Fahrzeugsteuerung (nachstehend Erfassungsratenverbesserungssteuerung) verwendet werden, um die Erfassung von Orientierungspunkten durch den Peripherieüberwachungssensor zu erleichtern. Die Steuerung zur Verbesserung der Erfassungsrate entspricht der Steuerung zur Reduzierung der Möglichkeit, dass der Orientierungspunkt nicht kontinuierlich erkannt werden kann.

[0198] Ferner wurde ein Beispiel des Bestimmens, dass das vorausfahrende Fahrzeug den Orientierungspunkt **63** blockiert, wenn der tote Winkel des vorausfahrenden Fahrzeugs einen Teil des Orientierungspunkts **63** beinhaltet, beschrieben. Alternativ kann auch dann, wenn ein Teil des Orientierungspunkts **63** außerhalb des toten Winkels visuell erkannt werden kann, bestimmt werden, dass das vorausfahrende Fahrzeug den Orientierungspunkt **63** nicht blockiert. Alternativ können diese Bestimmungskriterien in Abhängigkeit von der Art des Orientierungspunkts **63** variabel sein.

[0199] Wenn das eigene Fahrzeug mit einer Vielzahl von Peripherieüberwachungssensoren ausgestattet ist und zumindest einer der Vielzahl von Peripherieüberwachungssensoren den Orientierungspunkt erfassen kann, wird die Fahrzeugsteuerung zur Erleichterung der Erfassung des Orientierungspunkts durch den Peripherieüberwachungssensor möglicherweise nicht ausgeführt. Zum Beispiel kann es, selbst wenn das vorausfahrende Fahrzeug ein hohes Fahrzeug ist oder das vorausfahrende Fahrzeug sich an einer Position befindet, die den Orientierungspunkt vor dem eigenen Fahrzeug blockiert, dazu konfiguriert sein, in einem Fall, in dem der Orientierungspunkt hinter dem Fahrzeug durch die Heckkamera abgebildet werden kann, die Fahrzeugsteuerung, wie beispielsweise eine Erweiterung des Abstands zwischen den Fahrzeugen oder ein Spurwechsel, nicht durchzuführen.

[0200] Ferner muss der Fall des Implementierens der Steuerung zur Verbesserung der Erfassungsrate nicht auf den Fall, in dem das vorausfahrende Fahrzeug ein hohes Fahrzeug ist, oder auf den Fall, in dem der Orientierungspunkt vor dem eigenen Fahrzeug durch das vorausfahrende Fahrzeug blockiert wird, beschränkt sein. Genauer gesagt kann er dazu konfiguriert sein, die Steuerung zur Verbesserung der Erfassungsrate auszuführen, wenn der Zwischenfahrzeugabstand zu dem vorausfahrenden Fahrzeug geringer ist als ein vorbestimmter Abstand (z.B. 20 Meter). Diese Konfiguration entspricht einer Konfiguration, in der die Steuerung zur Verbesserung der Erfassungsrate ausgeführt wird, wenn ein voraus-

fahrendes Fahrzeug als ein Hindernis in einem vorbestimmten Bereich (hier ein Bereich innerhalb von 20 Metern vor dem Fahrzeug) innerhalb des Abbildungsbereichs der Kamera **10** vorhanden ist. Ferner kann dann, wenn der Winkel, der durch die gerade Linie von der Kamera **10** zum oberen Ende der hinteren Oberfläche des vorausfahrenden Fahrzeugs in Bezug auf die Straßenoberfläche gebildet wird (nachstehend der Aufsuchwinkel θ), gleich oder größer als ein vorbestimmter Schwellenwert (z.B. 15 Grad) ist, die Steuerung zur Verbesserung der Erfassungsrate, wie beispielsweise die Verlangsamung oder dergleichen, durchgeführt werden. Wenn das Verhältnis, das von dem Abschnitt, der dem vorausfahrenden Fahrzeug in dem Bild entspricht, eingenommen wird, gleich oder größer als ein vorbestimmter Schwellenwert ist (z.B. 30 % oder mehr), kann die Steuerung zur Verbesserung der Erfassungsrate, wie beispielsweise die Verlangsamung, ausgeführt werden.

[0201] Darüber hinaus kann in einem Fall, in dem sich das Fahrzeug in einem Abschnitt fortbewegt, in dem der Orientierungspunkt zu beobachtet ist, wenn die Erfassung des Orientierungspunkts für eine vorbestimmte Anzahl von Malen (z.B. 5 Mal) oder für ein vorbestimmtes Zeitintervall (z.B. 3 Sekunden) lang kontinuierlich fehlschlägt, kann es dazu konfiguriert sein, die Steuerung zur Verbesserung der Erfassungsrate auszuführen. Ferner kann es dazu konfiguriert sein, die Steuerung zur Verbesserung der Erfassungsrate auszuführen, wenn die Erfassungserfolgsrate für den Orientierungspunkt, der ursprünglich zu beobachten war, kleiner als ein vorbestimmter Schwellenwert wird. Die Erfassungserfolgsrate kann durch das Verhältnis der Anzahl der Versuche, den Orientierungspunkt innerhalb eines bestimmten Zeitraums zu erfassen, zu der Anzahl der erfolgreichen Erfassungen ausgedrückt werden.

[0202] Die Bedingungen zum Ausführen der Steuerung zur Verbesserung der Erfassungsrate können nach Bedarf geändert werden. Darüber hinaus kann der Hauptprozessor **40** dazu konfiguriert sein, die aktuelle Position des anderen Fahrzeugs und das von dem anderen Fahrzeug erfasste periphere Bild von dem anderen Fahrzeug durch Fahrzeug-zu-Fahrzeug-Kommunikation als die Steuerung zur Verbesserung der Erfassungsrate zu erfassen. In Übereinstimmung mit einer solchen Konfiguration kann der Hauptprozessor **40** Orientierungspunkte auf der Grundlage von Peripheriebildern erfassen, die von anderen Fahrzeugen bereitgestellt werden. Darüber hinaus kann das eigene Fahrzeug auf der Grundlage der Positionsinformationen des Orientierungspunkts, der Positionsinformationen des anderen Fahrzeugs und der relativen Position des eigenen Fahrzeugs in Bezug auf das andere Fahrzeug indirekt lokalisiert werden.

[0203] Ferner kann der Hauptprozessor **40** dazu konfiguriert sein, das Lokalisierungsergebnis (d. h. detaillierte Positionsinformationen des anderen Fahrzeugs) des anderen Fahrzeugs (z.B. des vorausfahrenden Fahrzeugs) durch Fahrzeug-zu-Fahrzeug-Kommunikation als die Steuerung zur Verbesserung der Erfassungsrate zu erfassen. In Übereinstimmung mit einer solchen Konfiguration lokalisiert der Hauptprozessor **40** das Subjektfahrzeug indirekt auf der Grundlage der detaillierten Positionsinformationen des anderen Fahrzeugs (nachstehend als das Referenzfahrzeug bezeichnet), das das Lokalisierungsergebnis als eine Bereitstellungsquelle bereitstellt, und der relativen Position des eigenen Fahrzeugs in Bezug auf das Referenzfahrzeug. Die relative Position des eigenen Fahrzeugs in Bezug auf das Referenzfahrzeug kann auf der Grundlage des Erfassungsergebnisses des Peripherieüberwachungssensors, wie beispielsweise der Kamera **10**, spezifiziert werden.

[0204] Ferner führt der Hauptprozessor **40** normalerweise eine Lokalisierung unter Verwendung von Orientierungspunkten durch, die vor dem eigenen Fahrzeug existieren (mit anderen Worten: unter Verwendung eines Frontkamerabilds). Andererseits kann dann, wenn das Sichtfeld der Frontkamera durch das vorausfahrende Fahrzeug behindert wird, die Lokalisierung unter Verwendung des Bilds der Heckkamera als die Hecküberwachungsvorrichtung durchgeführt werden. Das heißt, als die Steuerung zur Verbesserung der Erfassungsrate kann der Peripherieüberwachungssensor, der zum Erfassen des Orientierungspunkts verwendet wird, geändert werden. Ein Ändern der Anzahl und der Kombination von Peripherieüberwachungssensoren, die zum Erfassen von Orientierungspunkten verwendet werden, ist ebenfalls ein Beispiel für die Steuerung der Verbesserung der Erfassungsrate.

[0205] Die vorstehende Steuerung kann dazu konfiguriert sein, unter der Bedingung ausgeführt zu werden, dass sich das eigene Fahrzeug auf einer vorbestimmten Straße (z.B. einer allgemeinen Straße) fortbewegt. Auf allgemeinen Straßen ist der Abstand zwischen Fahrzeugen und anderen Fahrzeugen kürzer als beim Fahren auf Autobahnen, und kann es daher schwierig sein, Orientierungspunkte zu sehen. Daher kann die vorstehende Steuerung beim Fahren auf einer allgemeinen Straße nützlicher sein als beim Fahren auf einer Autobahn. Umgekehrt kann der Hauptprozessor **40** dazu konfiguriert sein, die vorstehende Steuerung nicht auszuführen, wenn die Fahrstraße einer vorbestimmten Straßenart (z.B. einer reinen Autostraße) entspricht. Es kann eine geringe Möglichkeit bestehen, dass andere Fahrzeuge die Erfassung von Orientierungspunkten während des Fahrens auf Autobahnen, wie beispielsweise Schnellstraßen, erschweren. Die Belastung des Hauptprozessors **40** kann durch Aufhebung der Steuerung zur

Verbesserung der Erfassungsrate während der Fahrt auf der Autobahn reduziert werden.

[0206] Darüber hinaus kann der Hauptprozessor **40** dazu konfiguriert sein, den ACC-Abstand länger festzulegen, wenn die Kartennutzungsfunktion aktiviert ist, als wenn die Kartennutzungsfunktion nicht aktiviert ist. In Übereinstimmung mit dieser Konfiguration kann das Risiko von Schwierigkeiten bei der Erfassung von Orientierungspunkten weiter reduziert werden.

[Betriebsabläufe in dunkler Umgebung, wie beispielsweise nachts]

[0207] Die Situation, in der die Koordinaten des Orientierungspunkts **63** schwer zu bestimmen sind, ist möglicherweise nicht auf den Fall beschränkt, in dem es in der Umgebung des eigenen Fahrzeugs ein Hindernis gibt, das die Abbildung des Orientierungspunkts **63** behindert. Zum Beispiel dann, wenn die umgebende Umgebung des Fahrzeugs relativ dunkel ist, wie beispielsweise in einem Tunnel oder bei Nacht, kann es für die Kamera **10** schwierig sein, den Orientierungspunkt **63** zu erfassen und die Koordinaten zu berechnen.

[0208] Das Kartensystem **1** kann dazu konfiguriert sein, die Erfassung von Orientierungspunkten **63** und die Berechnung von Koordinaten auch dann zu erleichtern, wenn die umgebende Umgebung relativ dunkel ist, und folglich dazu, die Position des eigenen Fahrzeugs genauer zu bestimmen.

[0209] Nachfolgend wird der Betriebsablauf des Kartensystems **1** basierend auf einer solchen technischen Idee unter Bezugnahme auf **Fig. 17** beschrieben. Hier wird als ein Beispiel die Steuerung eines Scheinwerfers beschrieben, der zur Abstrahlung des Ausleuchtungslichts vor das Fahrzeug installiert ist. Zusätzlich zu dem Licht, das die Vorderseite des Fahrzeugs beleuchtet, kann das Licht, das das Heck des Fahrzeugs und die Seite des Fahrzeugs beleuchtet, koexistieren, und kann das Objekt der Steuerung das Licht sein, das die Rückseite des Fahrzeugs und die Seite des Fahrzeugs beleuchtet.

[0210] Wie in **Fig. 17** gezeigt ist, wird zunächst Schritt S800 ausgeführt. Schritt S800 ist ein Schritt des Bestimmens, ob eine Anwendung, die Karteninformationen verwendet, gestartet wird oder nicht. Die Anwendung, die die Karteninformationen verwendet, ist beispielsweise eine automatische Lenkung, die durch Prüfen der Koordinaten des Orientierungspunkts **63** realisiert wird, die auf der Grundlage des Bilds mit den Karteninformationen berechnet wurden und die die Position des eigenen Fahrzeugs angeben. Wenn die Anwendung, die die Karteninformationen verwendet, nicht ausgeführt wird, wird dieser Schritt als „NEIN“ beurteilt, und endet dieser Ablauf. Wenn die Anwendung ausgeführt wird, wird dieser Schritt als „JA“ beurteilt, und schreitet der Prozess zu Schritt S801 fort.

[0211] Schritt S801 ist ein Schritt des Bestimmens, ob die Steuerung des Scheinwerfers in dem Fahrzeug auf den Automatikmodus festgelegt ist oder nicht. Der Automatikmodus ist auf einen Zustand festgelegt, in dem die Steuerung der Lichtverteilung wie beispielsweise oben/unten oder links/rechts des Scheinwerfers automatisch festgelegt ist, z.B. ein aktives Fernlichtsystem (AHS; Active High Beam System). Wenn sich die Scheinwerfersteuerung in dem manuellen Modus befindet, wird dieser Schritt als „NEIN“ beurteilt und endet dieser Ablauf. Andererseits ist dann, wenn sich die Scheinwerfersteuerung in dem Automatikmodus befindet, dieser Schritt eine JA-Bestimmung und schreitet der Ablauf zu Schritt S802 fort.

[0212] Schritt S802 ist ein Schritt, in welchem der Hauptprozessor **40** bestimmt, ob die Helligkeit der umgebenden Umgebung des Fahrzeugs gleich oder kleiner als ein vorbestimmter Schwellenwert ist oder nicht. Konkret wird die von dem an dem Fahrzeug angebrachten Beleuchtungsstärkesensor erfasste Beleuchtungsstärke mit einem vorbestimmten Schwellenwert verglichen. Wenn die Beleuchtungsstärke größer als der Schwellenwert ist, wird bestimmt, dass es nicht immer notwendig ist, die Scheinwerfer einzuschalten, so dass dieser Schritt als „NEIN“ bestimmt wird und der vorliegende Ablauf endet. Wenn andererseits die Beleuchtungsstärke gleich oder kleiner als der Schwellenwert ist, schreitet der Prozess zu Schritt S803 fort, um den Scheinwerfer einzuschalten.

[0213] Als nächstes wird Schritt S804 ausgeführt. Schritt S804 ist ein Schritt, in welchem der Hauptprozessor **40** bestimmt, ob ein vorausfahrendes Fahrzeug oder ein entgegenkommendes Fahrzeug in Bezug auf das eigene Fahrzeug vorhanden ist oder nicht. Das Vorhandensein des vorausfahrenden Fahrzeugs wird z.B. durch Erfassen des Lichts des Rücklichts aus dem von der Kamera **10** aufgenommenen Bild erkannt. Alternativ wird das Vorhandensein des vorausfahrenden Fahrzeugs durch die Verschmelzungskonfiguration der Kamera **10** und des Radars oder LIDARs erkannt. Ferner wird das Vorhandensein des entgegenkommenden Fahrzeugs z.B. durch Erfassen des Lichts des Scheinwerfers aus dem von der Kamera **10** aufgenommenen Bild erkannt. Alternativ wird das Vorhandensein des entgegenkommenden Fahrzeugs durch die Verschmelzungskonfiguration der Kamera **10** und des Radars oder LIDARs erkannt.

[0214] Wenn in Schritt S804 das Vorhandensein eines entgegenkommenden oder eines vorausfahrenden Fahrzeugs erfasst wird, wird dieser Schritt als

„JA“ bestimmt und schreitet der Prozess zu Schritt S805 fort. Schritt S805 ist ein Schritt des Festlegens des Abstrahlungsmodus des Scheinwerfers auf Abblendlicht. Im Abblendlichtmodus wird, um die Blendung des Fahrers des vorausfahrenden Fahrzeugs oder des entgegenkommenden Fahrzeugs zu unterdrücken, die Abstrahlungsrichtung des Scheinwerfers so gesteuert, dass die Scheinwerfer so abstrahlen, dass sie das entsprechende Fahrzeug zumindest in der Richtung, in der sich das vorausfahrende Fahrzeug oder das entgegenkommende Fahrzeug befindet, nicht direkt bestrahlen.

[0215] Danach wird Schritt S806 ausgeführt. Schritt S806 ist ein Schritt, in welchem der Hauptprozessor **40** die Lichtverteilung der Scheinwerfer so steuert, dass das Beleuchtungslicht selektiv in die Richtung abgestrahlt wird, in der der Orientierungspunkt **63** als vorhanden angenommen wird. Als ein Beispiel wird, wie in **Fig. 18** gezeigt ist, angenommen, dass sich ein vorausfahrendes Fahrzeug und ein entgegenkommendes Fahrzeug auf einer entgegenkommenden zweispurigen Straße befinden, die auf der linken Seite verläuft. Zu diesem Zeitpunkt steuert der Hauptprozessor **40** den Scheinwerfer, welcher der Aktuator **70** ist, so, dass der Scheinwerfer auf der rechten Seite des Fahrzeugs mit Abblendlicht betrieben wird, damit die entgegenkommende Fahrbahnseite, auf der das entgegenkommende Fahrzeug fährt, nicht übermäßig mit dem Beleuchtungslicht bestrahlt wird. Andererseits wird die Lichtverteilung einiger Lichtquellen der Scheinwerfer auf der linken Fahrzeugseite so gesteuert, dass das vorausfahrende Fahrzeug nicht übermäßig beleuchtet wird, und das Abblendlicht für die Bestrahlung um das vorausfahrende Fahrzeug herum beibehalten wird. Ferner wird die Lichtverteilung eines Teils der Lichtquelle des Scheinwerfers auf der linken Fahrzeugseite als Fernlicht so gesteuert, dass das Beleuchtungslicht des Scheinwerfers außerhalb der Fahrspur, auf der die Markierung **63** vorhanden sein soll, d.h. außerhalb der Fahrspur einschließlich des Fahrbahnrandes auf der Fahrbahnseite, auf der das eigene Fahrzeug fährt, abgestrahlt wird. Infolgedessen ist es möglich, das Beleuchtungslicht des Scheinwerfers in die Richtung abzustrahlen, in der das Vorhandensein des Orientierungspunkts **63** angenommen wird, während die Blendung des Fahrers des entgegenkommenden oder vorausfahrenden Fahrzeugs unterdrückt wird. Dementsprechend wird die Erfassungshäufigkeit des Orientierungspunkts **63** erhöht und wird auch die Berechnungshäufigkeit der Koordinaten des Orientierungspunkts **63** aus dem Bild verbessert. Daher ist es möglich, mit den Koordinaten des Orientierungspunkts **63**, die von den Karteninformationen gehalten werden, über einen längeren Zeitraum abzugleichen, so dass die Position des eigenen Fahrzeugs genauer bestimmt werden kann.

[0216] Wenn das Vorhandensein eines entgegenkommenden Fahrzeugs oder eines vorausfahrenden Fahrzeugs in Schritt S804 nicht erfasst wird, wird dieser Schritt als „NEIN“ bestimmt und der Prozess schreitet zu Schritt S807 fort. Schritt S807 ist ein Schritt des Festlegens des Abstrahlungsmodus des Scheinwerfers auf Fernlicht. In dem Fernlichtmodus wird, da es vorausfahrenden oder entgegenkommenden Fahrzeuge um das eigene Fahrzeug herum gibt, die Scheinwerferabstrahlungsrichtung so festgelegt, dass ein entferntes Feld visuell erkannt werden kann.

[0217] Danach wird Schritt S808 ausgeführt. Schritt S808 ist ein Schritt, in welchem der Hauptprozessor **40** die Lichtverteilung der Scheinwerfer so steuert, dass das Beleuchtungslicht selektiv in die Richtung abgestrahlt wird, in der der Orientierungspunkt **63** angenommen wird. In diesem Schritt kann für die Lichtverteilung der Scheinwerfer z.B. eine breite Lichtverteilung oder eine entfernte Lichtverteilung verwendet werden. Die breite Lichtverteilung ist ein Lichtverteilungsmodus, die einen größeren Bereich ausleuchtet als der Bestrahlungsbereich in der Links-Rechts-Richtung im Fernlicht oder im Fernlicht. Infolgedessen kann der Orientierungspunkt **63** außerhalb der Fahrspur einschließlich des Fahrbahnrands leichter erkannt werden. Ferner ist die Fernlichtverteilung ein Lichtverteilungsmodus, in welchem das Beleuchtungslicht weiter als das Fernlicht konzentriert wird und den entfernten Bereich erreicht, wenn mit hoher Geschwindigkeit gefahren wird. Infolgedessen kann der Orientierungspunkt **63**, wie beispielsweise das Zielschild, auch dann leichter erfasst werden, auch wenn mit hoher Geschwindigkeit gefahren wird.

[0218] In dem vorstehenden Kartensystem **1** wird ein Beispiel für die Implementierung einer Lichtverteilung, die das Erkennen des Orientierungspunkts **63** erleichtert, unter der Bedingung beschrieben, dass sich die Lichtsteuerung in dem Automatikmodus befindet. Alternativ dazu schlägt das Kartensystem **1** in einem Fall, in dem die Lichtsteuerung möglicherweise nicht automatisch ist und der Fahrer das Licht bedient, dann, wenn die Scheinwerfer auf Abblendlicht festgelegt sind und die Beleuchtungsstärke der Umgebung um das Fahrzeug unter einem vorbestimmten Schwellenwert liegt, dem Fahrer vor, die Lichtverteilung der Scheinwerfer auf Fernlicht zu ändern. Vorschläge zum Ändern der Lichtverteilung können z.B. durch Anzeigen derselben auf der HMI **60** oder durch Übermittlung derselben durch eine Sprachansage erfolgen.

[0219] Nachts kann es schwierig sein, Orientierungspunkte, die nicht mit Beleuchtung o. Ä. versehen sind, aus dem aufgenommenen Bild der Kamera **10** zu erkennen. Daher wird die Lokalisierung tagsüber auf der Grundlage verschiedener Orientierungspunkte durchgeführt, während es nachts bevorzugenswert sein kann, dass die zur Lokalisie-

rung verwendeten Orientierungspunkte auf Schilder mit Innenbeleuchtung, Schilder mit Straßenbeleuchtung und anderen in der Nähe angeordneten Lichtern, Verkehrsampeln und elektrische Anzeigetafeln und dergleichen beschränkt sind. Ein innenbeleuchtetes Schild bezieht sich auf ein Schild, in welchem eine Lichtquelle im Inneren eines Schilds bereitgestellt ist. Es kann bevorzugenswert sein, dass die Kartendaten als Attributinformationen des Orientierungspunkts beinhalten, ob er auch nachts erkannt werden kann oder nicht. Ob er auch bei Nacht erkannt werden kann oder nicht, kann auf der Grundlage der Sensordaten bei Nacht festgelegt werden. Beispielsweise kann ein Orientierungspunkt, der mit einer vorbestimmten Wahrscheinlichkeit in den nachts gesammelten Sensordaten erkannt wurde, als ein Orientierungspunkt festgelegt werden, der selbst bei Nacht erkannt werden kann.

[Verfahren zum Herunterladen von Kartenkacheln]

[0220] Das Herunterladen der Karteninformationen von dem Server **3** muss innerhalb des begrenzten Kommunikationsbands zwischen dem Server **3** und dem Fahrzeug ausgeführt werden, so dass eine effiziente Kommunikation erforderlich ist. Hier wird nachstehend ein Kartensystem **1** beschrieben, das effizient und vollständig Kartenkacheln mit Bezug zu dem Herunterladen von Karteninformationen herunterladen kann.

[0221] Dieses Kartensystem **1** realisiert das Herunterladen von Kartenkacheln in verschiedenen Abläufen, abhängig davon, ob das Ziel, zu dem sich das Fahrzeug fortbewegt, festgelegt ist oder nicht. Nachfolgend werden der Fall, in dem das Ziel nicht festgelegt ist, und der Fall, in dem das Ziel festgelegt ist, beschrieben.

<Ziel ist nicht festgelegt>

[0222] Nachstehend wird ein spezifischer Ablauf unter Bezugnahme auf **Fig. 19** und **Fig. 20** beschrieben. Wie in **Fig. 19** gezeigt ist, wird zunächst Schritt S900 ausgeführt. Schritt S900 ist ein Schritt, in welchem der Hauptprozessor **40** eine grobe Position des eigenen Fahrzeugs durch GPS oder dergleichen identifiziert. Durch diesen Schritt wird der Bereich erfasst, in dem sich das eigene Fahrzeug befindet. Die in **Fig. 19** dargestellte Reihe von Prozessen kann mit dem Einschalten der Fortbewegungsleistungsquelle als ein Auslöser begonnen werden. Darüber hinaus kann die in **Fig. 19** dargestellte Reihe von Prozessen begonnen werden, wenn die Kartennutzungsfunktion oder die Automatikfahrfunktion aktiviert wird.

[0223] Als nächstes wird Schritt S901 ausgeführt. Schritt S901 ist ein Schritt, in welchem der Hauptprozessor **40** die Kartenkachel herunterlädt, die dem Bereich entspricht, in dem sich das eigene Fahrzeug befindet. Der Hauptprozessor **40** fordert den Server **3** auf, die Kartendaten der Kartenkachel entsprechend der Position des eigenen Fahrzeugs zu verteilen. Der Hauptprozessor **40** überträgt z.B. die Kachel-ID des Bereichs, zu dem die Position des eigenen Fahrzeugs gehört, an den Server **3**. Der Server **3** liefert die von dem Fahrzeug angeforderten Kartenkacheln. Wenn der Server **3** nicht über die Kartendaten des angeforderten Bereichs verfügt (z.B. wenn das Verfallsdatum abgelaufen ist), gibt der Server **3** ein Signal zurück, das anzeigt, dass er nicht über die Kartendaten des angeforderten Bereichs verfügt. Zum Beispiel wird ein Signal zurückgegeben, in welchem ein ungültiger Wert (z.B. „Null“) an einer vorbestimmten Position im Datenformat gesetzt ist.

[0224] Hier können beispielsweise die Kartendaten nicht in dem Speicher **80** vorhanden sein, wenn die Fortbewegungsenergie eingeschaltet wird. In der Konfiguration, in der die Kartendaten in dem Speicher **80** belassen werden, kann Schritt S901 entfallen, wenn die Kartenkachel, die dem Bereich entspricht, in dem sich das eigene Fahrzeug befindet, in dem Speicher **80** gespeichert ist. Ferner werden hier beispielhaft notwendige Kartendaten von der Fahrzeugseite her spezifiziert und von dem Server **3** angefordert. Alternativ kann der Verteilungsmodus der Kartendaten nicht auf diesen Modus beschränkt sein. Das Fahrzeug kann dazu konfiguriert sein, die aktuelle Position an den Server **3** zu übermitteln, und der Server **3** bestimmt Kartendaten, die der gemeldeten Fahrzeugposition entsprechen, und verteilt die Kartendaten an das Fahrzeug.

[0225] **Fig. 20** zeigt ein Beispiel für Kartenkacheln. In **Fig. 20** sind 80 Kartenkacheln gezeigt. Jeder der auf dem Server **3** gespeicherten Kartenkacheln wird eine eindeutige ID zugewiesen, aber der Einfachheit halber werden hier 25 Kartenkacheln Seriencodes a bis y zugewiesen. Hier entspricht, wenn die in Schritt S900 festgelegte grobe Position des eigenen Fahrzeugs die in **Fig. 20** gezeigte Raute ist, die als m definierte Kartenkachel der ersten Kachel. Nachstehend wird die Kartenkachel, die dem Bereich entspricht, in dem sich das eigene Fahrzeug befindet, insbesondere als die erste Kachel bezeichnet.

[0226] Als nächstes wird Schritt S902 ausgeführt. Schritt S902 ist ein Schritt, in welchem der Hauptprozessor **40** die erste Kachel in Unterkacheln unterteilt. Wie in **Fig. 20** gezeigt ist, wird der Hauptprozessor **40** dazu festgelegt, die Kartenkachel m, die die erste Kachel ist, in vier quadratische Bereiche zu unterteilen und die anschließende Verarbeitung auszuführen.

[0227] Als nächstes wird Schritt S903 ausgeführt. Schritt S903 ist ein Schritt, in welchem der Hauptprozessor **40** die Unterkachel, zu der das eigene Fahrzeug gehört, aus der Vielzahl der Unterkacheln identifiziert. In dem in **Fig. 20** gezeigten Beispiel gehört

das eigene Fahrzeug zu der oberen rechten Unterkachel in der unterteilten Kartenkachel m.

[0228] Als nächstes wird Schritt S904 ausgeführt. Schritt S904 ist ein Schritt des Festlegens einer Kartenkachel, die an die Unterkachel angrenzt, zu der das eigene Fahrzeug gehört, als ein Herunterladeziel. In dem in **Fig. 20** gezeigten Beispiel ist die erste Kachel die Kartenkachel m, und ist die Unterkachel, zu der das eigene Fahrzeug gehört, die Unterkachel, die sich oben rechts befindet. Daher sind die Kartenkacheln, die in Schritt S904 als Herunterladeziele bezeichnet werden, die Kartenkacheln h, i und N. Die an die Unterkachel angrenzende Kartenkachel entspricht einem Kandidaten für die Kartenkachel, die als nächstes bewegt werden kann, wenn sich das Fahrzeug über die Kartenkachel hinweg bewegt. Mit anderen Worten entspricht die an die Unterkachel angrenzende Kartenkachel der Kartenkachel, die das Fahrzeug durchfahren darf bzw. kann. Aus einer Sicht kann eine Kartenkachel, die an einer Position existiert, in die ein Fahrzeug innerhalb einer vorbestimmten Zeit (z.B. 0,5 Stunden) einfahren kann, einer Kartenkachel entsprechen, in der ein Fahrzeug relativ wahrscheinlich durchfahren wird. Darüber hinaus können auch Kartenkacheln, die innerhalb eines vorbestimmten Abstands von der aktuellen Position des Fahrzeugs existieren, Kartenkacheln sein, die das Fahrzeug durchfahren kann.

[0229] Als nächstes wird Schritt S905 ausgeführt. Schritt S905 ist ein Schritt des Herunterladens einer Kartenkachel, die als ein Herunterladeziel bezeichnet ist und nicht in dem Speicher **80** zwischengespeichert ist (d. h. nicht erfasst bzw. beschafft wurde). Wie vorstehend beschrieben wurde, entsprechen die Kartenkacheln h, i und n den Herunterladezielen. Wenn eine beliebige von diesen bereits heruntergeladen und in dem Speicher **80** gespeichert wurde, wird die entsprechende Kartenkachel nicht heruntergeladen.

[0230] Als nächstes wird Schritt S906 ausgeführt. Schritt S906 ist ein Schritt des Zwischenspeicherns der heruntergeladenen Kartenkacheln in dem Speicher **80**. Die zwischengespeicherte Kartenkachel kann ohne Herunterladen verwendet werden, solange die entsprechenden Daten in dem Speicher **80** verbleiben.

[0231] Als nächstes wird Schritt S907 ausgeführt. Schritt S907 ist ein Schritt des Bestimmens, ob sich das eigene Fahrzeug zu einer zweiten Kachel, die sich von der ersten Kachel unterscheidet, bewegt hat oder nicht. Wenn sich das Fahrzeug zum Beispiel von der Kartenkachel m zu der Kartenkachel i bewegt, wird in diesem Schritt „JA“ bestimmt. In diesem Beispiel entspricht die Kartenkachel i der zweiten Kachel. Wenn das Fahrzeug weiter in der ersten Kachel existiert, wird der Prozess von Schritt S907 fortgesetzt. Wenn die Bestimmung in diesem Schritt „JA“ ist, schreitet der Prozess zu Schritt S908 fort.

[0232] Schritt S908 ist ein Schritt des Bezeichnens bzw. Festlegens der Kartenkacheln um die zweite Kachel herum als das Herunterladeziel festgelegt. Wenn sich das Fahrzeug von der Kartenkachel m zu der Kartenkachel i bewegt, ist die zweite Kachel die Kartenkachel i, und sind die zum Herunterladen spezifizierten Kartenkacheln acht Kartenkacheln c, d, e, h, j, m, n und o.

[0233] Als nächstes wird Schritt S909 ausgeführt. Schritt S909 ist ein Schritt des Herunterladens einer Kartenkachel, die als ein Herunterladeziel bestimmt ist und nicht i in dem Speicher **80** zwischengespeichert ist. Wie vorstehend erwähnt wurde, sind acht Kartenkacheln c, d, e, h, j, m, n und o Herunterladeziele, aber die Kartenkacheln h, m und n wurden bereits in dem vorherigen Schritt heruntergeladen und zwischengespeichert, weshalb sie nicht heruntergeladen werden. Das heißt, die Anzahl der in Schritt S909 herunterzuladenden Kartenkacheln beträgt im Wesentlichen fünf. Solange sich das Fahrzeug nach dem Festlegen der ersten Kachel kontinuierlich fortbewegt, beträgt die maximale Anzahl der herunterzuladenden Kartenkacheln nach der Bewegung zu der zweiten Kachel in allen Situationen fünf. Das heißt, selbst wenn alle Kartenkacheln um die Kartenkachel herum, auf die bzw. der das Fahrzeug festgelegt bzw. angeordnet ist, nicht heruntergeladen werden, ist es, wenn höchstens fünf Kartenkacheln heruntergeladen werden, möglich, sicher Informationen über die Kartenkacheln zu erhalten, die das betreffende Fahrzeug voraussichtlich als nächstes anfahren wird.

[0234] Als nächstes wird Schritt S310 ausgeführt. Schritt S310 ist ein Schritt des Zwischenspeicherns der heruntergeladenen Kartenkacheln in dem Speicher **80**. Die zwischengespeicherte Kartenkachel kann ohne Herunterladen verwendet werden, solange die entsprechenden Daten in dem Speicher **80** verbleiben.

[0235] Als nächstes wird Schritt S311 ausgeführt. Schritt S311 ist ein Schritt, in welchem der Hauptprozessor **40** bestimmt, ob eine Anwendung, die Karteninformationen benötigt, ausgeführt wird oder nicht. Eine Anwendung, die Karteninformationen benötigt, ist eine Anwendung, die mit der Kartennutzung zusammenhängt, wie beispielsweise eine automatische Lenkungssteuerung unter Angabe der Position des eigenen Fahrzeugs. Während die Anwendung, die Karteninformationen benötigt, aktiviert wird, ist es notwendig, das Herunterladen der Kartenkachel an dem Ziel, zu dem das Fahrzeug fährt, fortzusetzen, und wird der Ablauf von Schritt S907 bis Schritt S311 wiederholt. Das heißt, die Kartenkacheln um die Zielkartenkachel werden als Herunterladekandidaten festgelegt, und die nicht zwischengespeicher-

ten Kartenkacheln werden kontinuierlich heruntergeladen. Andererseits endet dann, wenn die Anwendung, die die Karteninformationen verwendet, angehalten wird und die Anwendung zum Zeitpunkt der Ausführung von Schritt S311 nicht aktiviert ist, endet dieser Ablauf.

[0236] Im obigen Beispiel wird ein Beispiel beschrieben derart, dass sich das Fahrzeug von der anfänglichen Unterkachel in der ersten Kachel, auf der das Fahrzeug anfänglich angeordnet ist, direkt zu der zweiten Kachel bewegt, ohne sich zu einer anderen Unterkachel in der ersten Kachel zu bewegen. Alternativ wird auch ein anderes Beispiel kurz beschrieben.

[0237] Zum Beispiel ist die Kartenkachel m die erste Kachel, und hat sich das Fahrzeug, das sich in der oberen rechten Unterkachel befindet, sich zu der unteren rechten Unterkachel derselben ersten Kachel bewegt. In diesem Fall sind in Schritt S904 die Kartenkacheln als Herunterladeziele die Kartenkacheln h, i und n, wenn sich das Fahrzeug in der oberen rechten Unterkachel befindet, und die Kartenkacheln n, r und s, wenn sich das Fahrzeug zu der unteren rechten Unterkachel bewegt. Wenn sich das Fahrzeug anschließend zu der Kartenkachel r bewegt, sind die in Schritt S909 herunterzuladenden Kartenkacheln die fünf Kartenkacheln l, q, v, w und x.

[0238] Wie vorstehend beschrieben wurde, ist es durch Verwenden des Kartensystems **1** gemäß der Erfindung möglich, die Kartenkacheln, die dem Bereich entsprechen, in dem das Fahrzeug voraussichtlich fahren wird, mit einer minimalen Anzahl von Downloads umfassend herunterzuladen. In der vorstehenden Konfiguration werden als Herunterladerichtlinie, wenn das Ziel nicht festgelegt ist, nachdem die Energie für den Antrieb des Fahrzeugs eingeschaltet wurde, drei Kartenkacheln neben der Unterkachel, zu der das eigene Fahrzeug gehört, unter den Unterkacheln, die durch Unterteilen der ersten Kachel in vier erhalten wurden, und die erste Kachel als die Herunterladeziele festgelegt. Der obige Prozess mit Bezug zu einem Herunterladen der Karte kann durch die Aktivierung der automatischen Fahrfunktion oder die Aktivierung der Kartennutzungsfunktion auf der Grundlage der Benutzereingabe an der HMI **60** nach dem Einschalten der Fahrleistungsquelle ausgelöst werden. In einem Aspekt ist die erste Kachel eine Kartenkachel, die der Position des Fahrzeugs zum Zeitpunkt des Einschaltens der Fahrleistungsquelle entspricht. In einem anderen Aspekt entspricht die erste Kachel der Kartenkachel, zu der die Fahrzeugposition zum Zeitpunkt der Aktivierung der automatischen Fahrfunktion oder der Aktivierung der Kartennutzungsfunktion gehört.

<Fall, in dem das Ziel festgelegt ist>

[0239] Als nächstes wird das Ablaufdiagramm, wenn das Ziels festgelegt ist, unter Bezugnahme auf **Fig. 21** und **Fig. 22** speziell beschrieben.

[0240] Wie in **Fig. 21** gezeigt ist, wird zunächst Schritt S920 ausgeführt. Schritt S920 ist ein Schritt, in welchem der Hauptprozessor **40** eine grobe Position des eigenen Fahrzeugs durch GPS oder dergleichen identifiziert. Durch diesen Schritt wird der Bereich erfasst, in dem sich das eigene Fahrzeug befindet. In dem in **Fig. 22** gezeigten Beispiel ist die Position des eigenen Fahrzeugs durch einen Punkt A (d. h. eine schwarze Raute) angezeigt.

[0241] Als nächstes wird Schritt S921 ausgeführt. Schritt S921 ist ein Schritt des Beschaffens bzw. Erfassens der globalen Koordinaten des festgelegten Ziels. Das Ziel kann durch eine aktive Anweisung des Fahrers, der ein Benutzer ist, durch eine automatische Festlegung von einem externen Anweisungssystem oder auf andere Weise festgelegt werden. Zusätzlich zu dem Betriebsablauf durch das in dem Fahrzeug eingebaute Navigationssystem kann das Ziel auch durch das Kartensystem **1** festgelegt werden, das das von der mobilen Kommunikationsvorrichtung festgelegte Ziel empfängt. In dem in **Fig. 22** gezeigten Beispiel ist das Ziel durch einen Punkt B (d. h. eine weiße Raute) angezeigt.

[0242] Als nächstes wird Schritt S922 ausgeführt. Schritt S922 ist ein Schritt des Berechnens der Hauptroute L auf der Grundlage der in Schritt S920 angegebenen Position des eigenen Fahrzeugs und der Koordinaten des in Schritt S921 erfassten. Die Hauptroute L ist eine Fahrtroute, die für das eigene Fahrzeug empfohlen wird, um sich so von der aktuellen Position zum Zielort zu bewegen, dass die spezifizierten Bedingungen erfüllt werden. In dem in **Fig. 22** dargestellten Beispiel ist sie als eine durchgezogene Linie gezeigt, die die aktuelle Position A und das Ziel B verbindet.

[0243] Als nächstes wird Schritt S923 ausgeführt. Schritt S923 ist ein Schritt des Berechnens des Nebenpfads R. Die Nebenstraße R ist eine Route, die mit der Hauptroute L verbunden ist, und ist eine Route, auf der das Fahrzeug die Hauptroute L verlassen und fahren kann. Der Nebenpfad R beinhaltet einen ersten Nebenpfad R1, der direkt von dem Hauptpfad L abzweigt, und einen zweiten Nebenpfad R2, der nicht direkt mit dem Hauptpfad L verbunden ist, sondern von dem ersten Nebenpfad R1 abzweigt.

[0244] Als nächstes wird Schritt S924 ausgeführt. Schritt S924 ist ein Schritt des Bezeichnens der Kartenkachel, zu der die Hauptroute L und die Nebenstraße bzw. Nebenstraße R gehören, als das Herunterladeziel bestimmt. Alle Kartenkacheln, zu wel-

chen die Hauptroute L gehört, sind Herunterladeziele. Andererseits werden für die Kartenkachel, zu der die Nebenstraße R gehört, zwei Kacheln, die die Kartenkachel, zu der die Nebenstraße R gehört, und die ausgehend von der Kartenkachel, zu der die Hauptroute L gehört, durchgehend sind, als Herunterladeziele bestimmt. Hinsichtlich der Kartenkacheln, die Bezug zu der Nebenstraße R haben, ist die Anzahl der Kacheln, die sich von der Kartenkachel, zu der die Hauptroute L gehört, aus fortsetzen, nicht beschränkt, und die Anzahl von zwei Kacheln kann ein Beispiel sein. In dem in **Fig. 22** dargestellten Beispiel ist die herunterzuladende Kartenkachel schraffiert.

[0245] Als nächstes wird Schritt S925 ausgeführt. Schritt S925 ist ein Schritt des Herunterladens einer Kartenkachel, die als ein Herunterladeziel bestimmt und nicht in dem Speicher **80** zwischengespeichert ist. Wenn es eine Kartenkachel gibt, die in der Vergangenheit heruntergeladen wurde und im Speicher **80** gespeichert ist, wird die entsprechende Kartenkachel möglicherweise nicht heruntergeladen.

[0246] Als nächstes wird Schritt S926 ausgeführt. Schritt S926 ist ein Schritt des Zwischenspeicherns der heruntergeladenen Kartenkacheln in dem Speicher **80**. Die zwischengespeicherte Kartenkachel kann ohne Herunterladen verwendet werden, solange die entsprechenden Daten im Speicher **80** verbleiben.

[0247] Durch Durchlaufen der obigen Schritte ist es möglich, die für die Hauptroute von der aktuellen Position zum Ziel und für die Nebenroute, die möglicherweise von der Hauptroute abweicht, herunterzuladenden Kartenkacheln geeignet auszuwählen.

[0248] Es kann bevorzugenswert sein, die Herunterladepriorität für eine Vielzahl von Kartenkacheln festzulegen, die als Herunterladeziele bestimmt sind. Je näher die Kartenkachel beispielsweise an der Kartenkachel liegt, zu der das Fahrzeug gehört, desto höher wird die Herunterladepriorität festgelegt. Als ein Ergebnis werden die Kartenkacheln in der Reihenfolge des Eintreffens der Kartenkacheln heruntergeladen, so dass die Kartenkacheln effizient und ohne Auslassung heruntergeladen werden können, während das Kommunikationsband effektiv genutzt wird.

[0249] Außerdem kann die Kartenkachel, zu der die Hauptroute L gehört, im Vergleich zu der Kartenkachel, zu der die Nebenstraße R gehört, bevorzugt heruntergeladen werden. Da sich das Fahrzeug mit höherer Wahrscheinlichkeit auf der Hauptroute L als auf der Nebenstraße R fortbewegt, können die Kartenkacheln effizient heruntergeladen werden, während das Kommunikationsband effektiv genutzt wird.

[0250] Ferner kann dann, wenn es einen Bereich gibt, in welchem im Voraus bekannt ist, dass sich der Kommunikationszustand zwischen dem Fahrzeug und dem Server **3** unter den Routen, auf denen sich das Fahrzeug voraussichtlich fortbewegen wird, verschlechtert und der die Hauptroute L und die Nebenstraße R umfasst, kann dem Herunterladen entsprechender Kartenkacheln Priorität eingeräumt werden. Wenn z.B. erwartet wird, dass sich das Fahrzeug in einem schwierigen Kommunikationsabschnitt fortbewegt, wie beispielsweise in einem bergigen Gebiet oder in einem Tunnel, in dem sich die Kommunikationsbedingungen verschlechtern, während es sich in einem städtischen Gebiet fortbewegt, in dem die Kommunikationsbedingungen gut sind, können die Kartenkacheln, die dem bergigen Gebiet/Tunnelabschnitt (d. h. dem schwierigen Kommunikationsabschnitt) entsprechen, im Voraus heruntergeladen werden. Die Herunterladepriorität kann höher festgelegt werden, z.B. in der Reihenfolge der Kartenkachel, die der aktuellen Position (d. h. der ersten Kachel) entspricht, der Kartenkachel, die an die erste Kachel angrenzt und durch die die Hauptroute verläuft, und des Abschnitts mit Kommunikationsschwierigkeiten.

[0251] Obwohl vorstehend einige Beispiele für die Priorisierung der herunterzuladenden Kartenkacheln beschrieben wurden, besteht keine Beschränkung auf diese Beispiele. Ferner kann die Priorität durch geeignetes Kombinieren dieser Bedingungen festgelegt werden.

[0252] Im Hinblick auf die als das Herunterladeziel angegebenen Kartenkacheln wurde ein Beispiel für das Herunterladen der Kartenkacheln beschrieben, die sowohl der Hauptroute L als auch der Nebenstraße R entsprechen. Alternativ kann auch ein System zum Herunterladen der Kartenkacheln, die nur der Hauptroute L entsprechen, verwendet werden. Ferner ist es nicht notwendig, alle mit der Hauptroute L verbundenen Straßen als Nebenstraße R zu übernehmen. Eine mit der Hauptroute verbundene schmale Straße braucht nicht als Nebenstraße R übernommen zu werden. Ferner kann unter den mit der Hauptroute L verbundenen Straßen eine Straße, die den gleichen oder einen höheren Rang hat als die Straße, die die Hauptroute bildet, als die Nebenstraße R festgelegt werden. Eine Straße mit demselben Rang wie eine bestimmte Straße bedeutet zum Beispiel eine Straße mit demselben Straßentyp (Nationalstraßen, Staatsstraßen und schmale Straßen). Was Staatsstraßen anbelangt beziehen sich Straßen desselben Rangs oder höher auf Nationalstraßen und Staatsstraßen). In den Vereinigten Staaten können Straßenarten in absteigender Reihenfolge der Straßeneinstufung in Interstate Highways, US-Highways, State Roads und Municipal Roads unterteilt werden. Ferner kann eine Straße mit derselben Anzahl von Fahrspuren wie die Hauptroute oder mehr als eine Straße gleichen oder höheren Ranges angenommen werden. Ob die mit der Hauptroute ver-

bundene Straße als die Nebenstraße R verwendet wird oder nicht, kann durch Vergleichen des Straßenmaßstabs der Hauptroute in der Nähe des Verbindungspunkts (z.B. im Wesentlichen einer Kreuzung) mit dem Maßstab der verbindenden Straße bestimmt werden. Der Straßenmaßstab entspricht der vorstehend erwähnten Straßeneinstufung und Anzahl von Fahrspuren.

[0253] Darüber hinaus wird in der obigen Beschreibung dann, wenn das Ziel festgelegt ist, die Konfiguration zum systematischen Herunterladen der Kartenkachel, in welcher das eigene Fahrzeug wahrscheinlich auf der Straße vorbeifährt, offenbart. Alternativ besteht keine Beschränkung auf dieses Merkmal. Selbst wenn das Ziel nicht festgelegt ist, kann die Kartenkachel, durch welche der Fortbewegungspfad des eigenen Fahrzeugs verläuft, als das Herunterladeziel festgelegt werden. Genauer gesagt kann unter den Kartenkacheln, durch welche der Fortbewegungspfad des Fahrzeugs verläuft, eine vorbestimmte Anzahl (z.B. 3) von Kartenkacheln, die sich auf der Seite der Fahrtrichtung des Fahrzeugs ausgehend von der aktuellen Position befinden, als Herunterladeziel festgelegt werden. In Übereinstimmung mit einer solchen Konfiguration kann auch dann, wenn das Ziel nicht festgelegt ist, die Kartenkachel, in welcher das eigene Fahrzeug wahrscheinlich auf der Straße vorbeifährt, im Voraus heruntergeladen werden, wie in dem Fall, in dem das Ziel festgelegt ist.

[0254] Das vorstehend beschriebene Verfahren zum geplanten Herunterladen von Kartenkacheln kann nur auf statische Kartendaten angewendet werden. Alle dynamischen Kartendaten der Kartenkacheln, die das Fahrzeug wahrscheinlich durchfahren wird, können auf einmal heruntergeladen werden. Dies liegt daran, dass die Menge dynamischer Kartendaten voraussichtlich kleiner ist als die statischer Karteninformationen. Ferner kann der Hauptprozessor **40** dazu konfiguriert sein, den Zeitpunkt und die Regeln für das Herunterladen der Daten entsprechend den Arten wie beispielsweise statischer Informationen und dynamischer Informationen zu ändern. Zum Beispiel können die dynamischen Kartendaten sequenziell in Echtzeit heruntergeladen werden, während die statischen Kartendaten so konfiguriert sein können, dass sie monatlich oder wöchentlich heruntergeladen werden. Die vorstehend beschriebenen, verschiedenen Konfigurationen und Verfahren können nicht nur dann angewendet werden, wenn sich das Fahrzeug auf einer Autobahn, wie beispielsweise einer Schnellstraße, fortbewegt, sondern auch, wenn sich das Fahrzeug auf einer gewöhnlichen Straße fortbewegt.

[0255] Hier wurde vorstehend der Fall beschrieben, in dem die grobe bzw. ungefähre Position des eigenen Fahrzeugs unter Verwendung von GPS oder dergleichen innerhalb einer vorbestimmten Vorbereitungszeit (z.B. 30 Sekunden) nach dem Einschalten der Leistung für die Fortbewegung festgelegt werden kann. In der Realität kann es jedoch nicht immer möglich sein, die Position des eigenen Fahrzeugs innerhalb einer vorbestimmten Vorbereitungszeit nach dem Einschalten der Fortbewegungsleistung zu bestimmen. Wenn das Fahrzeug an einem Ort geparkt ist, in den keine GPS-Funkwellen eintreten, wie beispielsweise in einer Tiefgarage, kann es schwierig sein, die Positionskoordinaten des eigenen Fahrzeugs zu bestimmen. In Anbetracht solcher Umstände, wenn das Fahrzeug geparkt ist (z.B. wenn die Schaltposition auf die Parkposition festgelegt ist), kann es bevorzugenswert sein, dass der Hauptprozessor **40** die Positionskoordinaten des eigenen Fahrzeugs, die zu diesem Zeitpunkt spezifiziert sind, in die Speichereinheit 82 oder dergleichen stellt. In Übereinstimmung mit dieser Konfiguration können auch dann, wenn das Fahrzeug an einem Ort geparkt ist, den die GPS-Funkwellen nicht erreichen, die in der Speichereinheit 82 aufgezeichneten Ortsinformationen herangezogen werden, um die Position des Fahrzeugs zu dem Zeitpunkt grob zu bestimmen, zu dem die Antriebsleistung eingeschaltet wird. Als ein Ergebnis kann die erste Kachel spezifiziert werden.

[0256] Wenn die automatische Fahrfunktion, die ausgeführt werden kann, aufgrund des Zustands des Fahrzeugs und der äußeren Umgebung eingeschränkt ist, kann der Benutzer über die HMI **60** benachrichtigt werden, z.B. durch Anzeigen eines Symbols auf der Anzeige. Wenn zum Beispiel die Position des eigenen Fahrzeugs nicht angegeben werden kann oder die Kartendaten nicht erfasst werden können, teilt der Hauptprozessor **40** den Insassen über die HMI **60** mit, dass die automatische Fahrfunktion der Stufe drei oder höher nicht ausgeführt werden kann. Im Vorstehenden wurde der Fall dargestellt, in dem die Kartendaten dazu konfiguriert sind, in Kartenkacheleinheiten verteilt zu werden. Alternativ kann dasselbe Merkmal auch auf den Fall angewendet werden, in dem die Kartendaten dazu konfiguriert sind, in Patch-Einheiten verteilt zu werden. Das heißt, es kann durch Ersetzen der vorstehenden Kartenkachel durch einen Patch oder einen einem Patch entsprechenden Bereich implementiert werden.

[Änderungen der fahrzeugseitigen Systemkonfiguration]

[0257] Die Konfiguration des bordeigenen bzw. fahrzeugseitigen Systems **2**, das das Kartensystem **1** bildet, ist nicht auf die in **Fig. 2** gezeigte Konfiguration beschränkt. Wie in **Fig. 23** gezeigt ist, kann das fahrzeugseitige System **2** beispielsweise durch Verwenden des Frontkameramoduls **90**, der Ortungsvorrichtung **100**, des Ethernet-Switches **110** und des Kommunikationsmoduls **50** realisiert werden. „Ethernet“

ist ein eingetragenes Warenzeichen. Ferner sind in **Fig. 23** der Sensor **30** und die HMI **60** nicht gezeigt.

[0258] Das Frontkameramodul **90** beinhaltet einen Kamerakörper 91, einen Kameraprozessor 92 und einen Speicher (nicht gezeigt). Der Kamerakörper 91 hat eine Konfiguration, die der vorstehend erwähnten Kamera **10** entspricht. Der Kameraprozessor 92 entspricht dem Bildprozessor **20**. In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist der Kameraprozessor 92 dazu konfiguriert, in der Lage zu sein, eine Positionsberechnung (d. h. Lokalisierung) unter Verwendung des Bilderkennungsergebnisses und der Kartendaten in einer komplementären Weise durchzuführen. Darüber hinaus hat der Kameraprozessor 92 eine Funktion zur Steuerung des Fahrzeugs (z.B. Lenkungssteuerung) unter Verwendung zumindest eines der Bilderkennungsergebnisse und der Kartendaten. Das Frontkameramodul **90** versorgt die Ortungsvorrichtung **100** sequenziell (z.B. alle 100 Millisekunden) mit Daten über Merkmalsinformationen und Fahrzeuginformationen (z.B. aktuelle Position, Gierrate und dergleichen) als ein Ergebnis der Bilderkennung. Die Datenkommunikation zwischen dem Frontkameramodul **90** und der Ortungsvorrichtung **100** kann durch CAN (Controller Area Network: eingetragenes Warenzeichen), FlexRay (eingetragenes Warenzeichen), Ethernet (eingetragenes Warenzeichen), USB, UART oder dergleichen realisiert werden.

[0259] Die Ortungsvorrichtung **100** ist eine Vorrichtung, die die aktuelle Position unter Verwendung der von dem Server **3** bereitgestellten Kartendaten identifiziert. Die Ortungsvorrichtung **100** beinhaltet einen Ortungsprozessor 101, einen flüchtigen Speicher 102 und einen nichtflüchtigen Speicher 103. Die Ortungsvorrichtung **100** hat eine Funktion als ein Positionierungssensor 30a. Der Ortungsprozessor 101 erfasst sequenziell das Bilderkennungsergebnis und die Fahrzeuginformationen, die von dem Frontkameramodul **90** bereitgestellt werden, und lädt sie als Sensordaten auf den Server **3** hoch. Ferner lädt die Ortungsvorrichtung **100** Kartendaten entsprechend der Position des eigenen Fahrzeugs von dem Server **3** über das Kommunikationsmodul **50** oder dergleichen herunter und speichert die Kartendaten in dem nichtflüchtigen Speicher 103. Ein solcher Locator **100** entspricht in einem Aspekt einer elektronischen Steuereinheit bzw. ECU, die eine Verarbeitung im Zusammenhang mit dem Senden/Empfangen von Kartendaten durchführt.

[0260] Die Ortungsvorrichtung **100** expandiert sequenziell die Daten des Abschnitts, der sich auf die Fortbewegung des eigenen Fahrzeugs bezieht, unter den von dem Server **3** heruntergeladenen Karten in den flüchtigen Speicher 102 und stellt die Daten sequenziell dem Frontkameramodul **90** bereit. Die entwickelten Kartendaten um das eigene Fahrzeug herum werden von dem Frontkameramodul **90** zur Lokalisierung und Lenkungssteuerung verwendet. Die Lokalisierungs- und Lenkungssteuerung kann dazu konfiguriert sein, von der Ortungseinheit **100** anstelle des Frontkameramoduls **90** ausgeführt zu werden. Die Anordnung der in jeder Konfiguration bereitgestellten Funktionen kann in geeigneter Weise geändert werden.

[0261] Der Abschnitt, in welchem sich das eigene Fahrzeug fortbewegt, bezieht sich auf eine Straße innerhalb einer vorbestimmten Entfernung von der aktuellen Position, zum Beispiel in der Fahrtrichtung des eigenen Fahrzeugs (grundlegend vorwärts). Die vorbestimmte Entfernung ist hier ein Parameter, der den Lesebereich der Kartendaten definiert, und beträgt z.B. 200 Meter. Die Lesereichweite kann 100 Meter vor dem eigenen Fahrzeug, 400 Meter, 500 Meter oder dergleichen betragen. Der Lesebereich kann in Übereinstimmung mit der Fahrzeuggeschwindigkeit und der Art des Fortbewegungspfads angepasst werden. Je höher z.B. die Fahrzeuggeschwindigkeit ist, desto größer wird der Lesebereich festgelegt. Ferner kann dann, wenn die Fortbewegungsstraße eine Schnellstraße ist, der Lesebereich länger festgelegt werden, als wenn die Fortbewegungsstraße eine allgemeine Straße ist. Der Einfachheit halber werden lokale Kartendaten, die detaillierte Informationen über die Straßenform (Krümmung, Steigung, Breite usw.) innerhalb einer vorbestimmten Entfernung vor dem eigenen Fahrzeug beinhalten, als Vorwärtskartendaten bezeichnet. Die Vorwärtskartendaten entsprechen den Kartendaten um die aktuelle Position.

[0262] Die Ortungsvorrichtung **100** ist z.B. über einen Ethernet-Switch **110** mit dem Kommunikationsmodul **50** verbunden. Darüber hinaus ist die Ortungsvorrichtung **100** mit der elektronischen Steuereinheit für den Automatikbetrieb, der elektronischen Steuereinheit für die Karosserie, der Betriebsunterstützungsvorrichtung und dergleichen verbunden, um über den Ethernet-Switch **110** oder direkt miteinander kommunizieren zu können. In der in **Fig. 23** gezeigten Konfiguration steuert die Ortungsvorrichtung **100** das Senden und Empfangen von Kartendaten insgesamt. Ferner wird in Übereinstimmung mit der in **Fig. 23** gezeigten Konfiguration die Verarbeitung, für die der Hauptprozessor **40** zuständig ist, von dem Bildprozessor **20** und dem Ortungsprozessor 101 gemeinsam genutzt. Daher kann die Belastung der einzelnen Prozessoren reduziert werden.

[0263] Das von dem Frontkameramodul **90** erfasste Bild kann dazu konfiguriert sein, als kontinuierliches Videosignal an die Multimedia-Steuervorrichtung ausgegeben zu werden. Das Videosignal kann in einem vorbestimmten Format wie LVDS (Low Voltage Differential Signaling) übertragen werden. Ferner kann der Ethernet-Switch **110**, der zwischen der Ortungsvorrichtung **100** und dem Kommunikations-

modul **50** vorhanden ist, ein beliebiges Element sein. Die Ortungsvorrichtung **100** und das Kommunikationsmodul **50** können direkt über ein USB-Kabel oder dergleichen verbunden sein. Darüber hinaus kann die Ortsvorrichtung **100** unter Verwendung einer Navigations-ECU oder einer Multimedia-ECU bereitgestellt sein. Die Navigations-ECU ist eine elektronische Steuereinheit bzw. ECU, die die Kartenanzeige und die Routenführung für Insassen durchführt. Die Multimedia-ECU ist eine ECU, die Funktionen wie beispielsweise Audio, Videowiedergabe und Web-Browsing bereitstellt. In Übereinstimmung mit der Konfiguration, in welcher die Übertragungs-/Empfangs- und Verwaltungsfunktionen für Kartendaten zu der bestehenden ECU hinzugefügt werden, können die Systemeinführungskosten reduziert werden.

[0264] Ferner können in dem fahrzeugseitigen System **2** das System zum Herunterladen von Kartendaten von dem Server **3** und das System zum Hochladen von Sensordaten auf den Server **3** getrennt sein. Zum Beispiel erfasst in dem in **Fig. 24** gezeigten Beispiel die Multimedia-ECU **120** das Bilderkennungsergebnis und die Fahrzeuginformationen von dem Frontkameramodul **90**, verpackt sie als Sensordaten und lädt sie über das Kommunikationsmodul **50** auf den Server **3** hoch. Das heißt, die Multimedia-ECU **120** steuert das Hochladen der Sensordaten auf den Server **3**. Ferner lädt in der in **Fig. 24** gezeigten Konfiguration die Ortungsvorrichtung **100** die Kartendaten über das Kommunikationsmodul **50** von dem Server **3** herunter und stellt die Frontkartendaten über die Fahrunterstützungsvorrichtung **130** sequenziell dem Frontkameramodul **90** bereit. Das heißt, die Ortungsvorrichtung **100** steuert den Kartendownload. Die Fahrunterstützungsvorrichtung **130** stellt dem Frontkameramodul **90** sequenziell die von der Ortungsvorrichtung **100** bereitgestellten Frontkartendaten bereit. Ferner bewegt dann, wenn es schwierig wird, die automatische Fahrsteuerung durch das Frontkameramodul **90** fortzusetzen, die Fahrunterstützungsvorrichtung **130** das Fahrzeug automatisch für eine vorbestimmte Zeit / eine vorbestimmte Strecke unter Verwendung der Frontkartendaten anstelle des Frontkameramoduls **90** fort. In Übereinstimmung mit der obigen Konfiguration kann die Robustheit gegenüber Systemanomalien verbessert werden.

[Zusatz]

[0265] Die Erfindung in dieser Spezifikation und in den Zeichnungen usw. ist nicht auf die beispielhafte Ausführungsform beschränkt. Die Erfindung umfasst die beispielhaften Ausführungsformen und darauf basierende Modifikationen durch den Fachmann. Beispielsweise ist die Erfindung nicht auf die in den Ausführungsbeispielen gezeigten Kombinationen von Komponenten und/oder Elementen beschränkt. Die Erfindung kann in verschiedenen Kombinationen umgesetzt werden. Die Erfindung kann zusätzliche Teile aufweisen, die zu den Ausführungsformen hinzugefügt werden können. Die Erfindung umfasst das Weglassen von Komponenten und/oder Elementen der Ausführungsformen. Die Erfindung umfasst den Austausch oder die Kombination von Komponenten und/oder Elementen zwischen einer Ausführungsform und einer anderen. Der offenbarte technische Umfang ist nicht auf die Beschreibung der Ausführungsform beschränkt. Mehrere offenbarte technische Umfänge sind durch Beschreibungen in den Ansprüchen angegeben und so zu verstehen, dass sie alle Modifikationen in der Bedeutung und im Umfang umfassen, die den Beschreibungen in den Ansprüchen entsprechen.

[0266] Die Steuerung und das Verfahren dafür, die in der vorliegenden Offenlegung beschrieben sind, können durch einen Spezialcomputer implementiert werden, der so programmiert ist, dass er eine oder mehrere Funktionen ausführt, die von Computerprogrammen ausgeführt werden. Die Vorrichtung und das Verfahren dafür, die in der vorliegenden Offenbarung beschrieben sind, können auch durch eine spezielle Hardware-Logikschaltung realisiert werden. Alternativ können die Vorrichtung und das Verfahren, die in der vorliegenden Offenbarung beschrieben sind, durch einen oder mehrere Spezialcomputer realisiert werden, die durch eine Kombination aus einem Prozessor, der ein Computerprogramm ausführt, und einer oder mehreren Hardware-Logikschaltungen konfiguriert sind. Die Computerprogramme können als Anweisungen, die von einem Computer auszuführen sind, in einem materiellen, nichtflüchtigen, computerlesbaren Speichermedium gespeichert sein.

[0267] Die Steuereinheit hierin bezieht sich auf verschiedene Prozessoren wie beispielsweise den Hauptprozessor **40**, den Bildprozessor **20**, den Serverprozessor **31**, den Kameraprozessor 92, den Lokalisierungs- bzw. Ortungsprozessor 101 und den Multimediaprozessor 121. Software, die in einem materiellen Speicher gespeichert ist, und ein Computer, der die Software ausführt, nur die Software, nur Hardware oder eine Kombination davon können möglich sein, um ein Verfahren und/oder eine Funktion bereitzustellen, das/die von den vorstehend beschriebenen verschiedenen Prozessoren bereitgestellt wird. Ein Teil oder alle Funktionen, die in dem Kommunikations-Mikrocomputer 123 enthalten sind, können als Hardware realisiert sein. Eine Konfiguration, in der eine bestimmte Funktion als Hardware implementiert ist, schließt eine Konfiguration ein, in der die Funktion unter Verwendung eines oder mehrerer ICs oder dergleichen implementiert ist. Als der Prozessor können verschiedene Prozessoren wie beispielsweise eine CPU, eine MPU (Micro Processor Unit), eine GPU (Graphics Processing Unit) und ein Datenflussprozessor (DFP: Data Flow Processor) eingesetzt werden. Ferner kann eine Vorrichtung (z.B. das Front-

kameramodul **90**) durch Kombinieren einer Vielzahl von Arten von Prozessoren wie beispielsweise eine CPU, MPU, GPU und DFP realisiert sein. Ferner können beispielsweise einige der von dem Hauptprozessor **40** bereitzustellenden Funktionen durch Verwenden eines FPGA (Field-Programmable Gate Array), eines ASIC (Application Specific Integrated Circuit) oder dergleichen realisiert sein.

Bezugszeichenliste

1	bezeichnet das Kartensystem,
2	bezeichnet das fahrzeugeigene bzw. bordeigene System (fahrzeugseitige Vorrichtung, Fahrzeugsteuervorrichtung),
3	bezeichnet den Server,
31	bezeichnet den Serverprozessor,
10	bezeichnet die Bildgebungsvorrichtung (Kamera, peripherer Überwachungssensor),
20	bezeichnet den Bildprozessor,
30	bezeichnet die Statuserfassungseinheit (Sensor),
40	bezeichnet den Hauptprozessor,
50	bezeichnet das Kommunikationsmodul,
60	bezeichnet das HMI,
63	bezeichnet den Orientierungspunkt (Merkmal),
70	bezeichnet den Aktuator,
80	bezeichnet den Speicher,
90	bezeichnet das Frontkameramodul,
100	bezeichnet die Ortungsvorrichtung,
110	bezeichnet den Ethernet-Switch,
120	bezeichnet die Multimedia-ECU und
130	bezeichnet die Fahrunterstützungsvorrichtung.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- JP 2018162471 [0001]
- JP 2019143135 [0001]
- JP 2018510373 A [0004]
- JP 2018163076 [0119]
- JP 2018 [0174]
- JP 163077 [0174]

Patentansprüche

1. Fahrzeugseitige Vorrichtung zum autonomen Fahren eines Fahrzeugs entlang eines Straßensegments (62) unter Verwendung von Kartendaten, die zumindest eines von Koordinateninformationen eines Orientierungspunkts, der entlang der Straße angeordnet ist, und von Koordinateninformationen eines Straßenrands beinhalten, wobei die fahrzeugseitige Vorrichtung umfasst:
zumindest einen Prozessor (40, 20), wobei:
die Kartendaten von einem vorbestimmten Server in Patcheinheiten, welche Datensätze für unterschiedliche Bereiche sind, an das Fahrzeug verteilbar sind;
der Prozessor konfiguriert ist zum:
Erfassen einer Position des Fahrzeugs basierend auf einem Erfassungsergebnis eines Positionierungssensors, der an dem Fahrzeug angebracht sind;
Herunterladen der Kartendaten in Patcheinheiten von dem Server, der die Kartendaten verwaltet; und
der Prozessor ferner konfiguriert ist zum:
Festlegen eines Patchs als ein Herunterladeziel einschließlich einer Straße, bei welcher die Möglichkeit besteht, dass sie das Fahrzeug durchfährt, und die basierend auf einer aktuellen Position des Fahrzeugs bestimmt wird.

2. Fahrzeugseitige Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei:
der Prozessor ferner konfiguriert ist zum:
Erfassen einer Fahrtrichtung des Fahrzeugs von einem Sensor, der an dem Fahrzeug angebracht ist;
Spezifizieren einer Fahrtstrecke, auf welcher die aktuelle Position des Fahrzeugs angeordnet ist; und
Festlegen des Patchs als das Herunterladeziel, das der Fahrtstrecke entspricht und auf einer Fahrtrichtungsseite des Fahrzeugs angeordnet ist.

3. Fahrzeugseitige Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei:
die Kartendaten dazu konfiguriert sind, von einem vorbestimmten Server in Kartenkacheleinheiten, welche jeweils rechteckige Bereiche als den Patch bereitstellen und durch Teilen eines Kartenaufzeichnungsbereichs in eine Vielzahl von Teilen vorbereitet sind, an das Fahrzeug verteilbar zu sein;
der Prozessor ferner konfiguriert ist zum:
Herunterladen der Kartendaten in den Kartenkacheleinheiten von dem Server; und
Festlegen einer Kartenkachel entsprechend einem Bereich, in dem das Fahrzeug angeordnet ist, als eine erste Kachel und das Herunterladeziel, wenn ein Ziel des Fahrzeugs nicht festgelegt ist;
die erste Kartenkachel in vier Unterkacheln aufgeteilt ist; und
der Prozessor ferner konfiguriert ist zum Festlegen von drei Unterkacheln unter den vier Unterkacheln als Herunterladeziele, welche benachbart zu einer der vier Unterkacheln sind, an welcher das Fahrzeug angeordnet ist.

4. Fahrzeugseitige Vorrichtung nach Anspruch 3, wobei:
dann, wenn sich das Fahrzeug zu einer zweiten Kachel bewegt, die sich von der ersten Kachel unterscheidet, der Prozessor ferner konfiguriert ist zum Festlegen einer Vielzahl der Kartenkacheln, die um die zweite Kachel herum angeordnet sind, als Herunterladeziele.

5. Fahrzeugseitige Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, wobei:
der Prozessor dazu konfiguriert ist, eine unerfasste Kartenkachel unter den Kartenkacheln, die als die Herunterladeziele festgelegt sind, herunterzuladen.

6. Fahrzeugseitige Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, wobei:
der Prozessor ferner konfiguriert ist zum:
Speichern einer Parkposition in einem nichtflüchtigen Speicher, wenn das Fahrzeug geparkt ist; und
Festlegen der ersten Kachel durch Schätzen der Parkposition, die in dem nichtflüchtigen Speicher gespeichert ist, als die aktuelle Position, bis der Positionierungssensor die aktuelle Position spezifiziert, ab dann, wenn sich eine Fortbewegungsleistungsquelle des Fahrzeugs einschaltet.

7. Fahrzeugseitige Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 6, wobei:
der Prozessor ferner konfiguriert ist zum:
Erfassen einer Fahrtrichtung des Fahrzeugs von einem Sensor, der an dem Fahrzeug angebracht ist;
Spezifizieren einer Fahrtstrecke, auf welcher die aktuelle Position des Fahrzeugs angeordnet ist; und
Festlegen der Kartenkachel, welche auf der Fahrtrichtungsseite des Fahrzeugs angeordnet ist und der Fahrtstrecke entspricht, als das Herunterladeziel unter einer Bedingung, dass das Ziel des Fahrzeugs nicht festgelegt ist.

8. Fahrzeugseitige Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei:
in einem Fall, in dem das Ziel des Fahrzeugs festgelegt ist, der Prozessor dazu konfiguriert ist, eine Hauptroute von der Position des Fahrzeugs zu dem Ziel und eine Nebenroute, die zu der Hauptroute verbindet, zu einer Zeit zu berechnen, zu der das Ziel festgelegt ist; und
der Prozessor dazu konfiguriert ist, den Patch, welcher die Hauptroute und die Nebenroute beinhaltet, als das Herunterladeziel festzulegen.

9. Fahrzeugseitige Vorrichtung nach Anspruch 8, wobei:
der Prozessor unter Patches als Herunterladeziele, welche die Hauptroute und die Nebenroute beinhalten, bevorzugt einen Patch herunterlädt, der näher an dem Patch liegt, in welchem das Fahrzeug angeordnet ist.

10. Fahrzeugseitige Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, wobei:
der Prozessor unter Patches, welche die Hauptroute und die Nebenroute beinhalten, bevorzugt einen Patch herunterlädt, welcher die Hauptroute beinhaltet.

11. Fahrzeugseitige Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, wobei:
der Prozessor unter Routen, welche die Hauptroute und die Nebenroute beinhalten und für welche geschätzt wird, dass sie das Fahrzeug durchfährt, bevorzugt einen Patch herunterlädt, welcher einen Abschnitt mit schwieriger vorbestimmter Kommunikation beinhaltet, in welchem ein Kommunikationszustand zwischen dem Fahrzeug und dem Server im Voraus als verschlechtert abgeschätzt wird.

12. Fahrzeugseitige Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 11, wobei:
der Prozessor unter Straßen, die mit der Hauptroute verbunden sind, eine Verbindungsstraße mit einem Straßenmaßstab gleich oder größer als die Hauptroute als die Nebenroute auswählt.

13. Fahrzeugseitige Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 12, wobei:
der Prozessor ferner konfiguriert ist zum:
Erfassen von Daten eines peripheren Objekts, die den Orientierungspunkt repräsentieren, der in einer Nähe des Fahrzeugs angeordnet ist, von einem Peripherieüberwachungssensor (10), der an dem Fahrzeug angebracht ist;
Analysieren der Daten des peripheren Objekts, um die Position des Orientierungspunkts zu berechnen, der von dem Peripherieüberwachungssensor erfasst wird; und
Bestimmen der Position des Fahrzeugs basierend auf der Position des Orientierungspunkts, die aus den Daten des peripheren Objekts berechnet wird, und heruntergeladenen Kartendaten.

14. Fahrzeugseitige Vorrichtung nach Anspruch 13, wobei:
der Prozessor ferner konfiguriert ist zum:
Zwischenspeichern der Kartendaten, die von dem Server heruntergeladen werden, in einem Speicher; und
Bestimmen der Position des Fahrzeugs basierend auf zwischengespeicherten Kartendaten ohne Herunterladen der Kartendaten, wenn die zwischengespeicherten Kartendaten das Herunterladeziel sind.

15. Fahrzeugseitige Vorrichtung nach Anspruch 14, wobei:
die Kartendaten statische Karteninformationen und dynamische Karteninformationen beinhalten; und
der Prozessor dazu konfiguriert ist zum:
Speichern von heruntergeladenen statischen Karteninformationen in einem nichtflüchtigen Speicher für eine vorbestimmte Zeitspanne ohne Speichern der dynamischen Karteninformationen in dem nichtflüchtigen Speicher.

16. Fahrzeugseitige Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, wobei:
dann, wenn es eine Anwendung mit Bezug zu einer Fahrsteuerung des Fahrzeugs und mit einer eingeschränkten Funktion gibt in einem Fall, in dem die der aktuellen Position des Fahrzeugs entsprechenden Kartendaten nicht erfasst werden können, der Prozessor einen Prozess zum Benachrichtigen eines Insassen der Anwendung ausführt.

17. Verfahren zum autonomen Fahren eines Fahrzeugs entlang eines Straßensegments (62) unter Verwendung von Kartendaten einschließlich Koordinateninformationen eines Orientierungspunkts, der entlang einer Straße angeordnet ist, und ausgeführt durch zumindest einen Prozessor, wobei:
die Kartendaten von einem vorbestimmten Server in Patcheinheiten, welche Datensätze für unterschiedliche Bereiche sind, an das Fahrzeug verteilbar sind, wobei das Verfahren umfasst:
Erfassen einer Position des Fahrzeugs basierend auf einem Erfassungsergebnis eines Positionierungssensors, der an dem Fahrzeug angebracht ist; und
Festlegen eines Patchs als ein Herunterladeziel einschließlich einer Straße, bei welcher die Möglichkeit besteht, dass das Fahrzeug sie durchfährt, und die basierend auf einer aktuellen Position des Fahrzeugs bestimmt wird.

18. Nichtflüchtiges computer-lesbares Speichermedium, welches Programmanweisungen zum autonomen Fahren eines Fahrzeugs entlang eines Straßensegments (62) unter Verwendung von Kartendaten einschließlich Koordinateninformationen eines Orientierungspunkts, der entlang einer Straße angeordnet ist, speichert, wobei die Programmanweisungen dazu konfiguriert sind, einen oder mehrere Prozessoren zu veranlassen zum:
Erfassen einer Position des Fahrzeugs basierend auf einem Erfassungsergebnis eines Positionierungssensors, der an dem Fahrzeug angebracht ist; und
Festlegen von Kartendaten eines Bereichs, einschließlich einer Straße mit einer Möglichkeit, dass das Fahrzeug sie durchfährt, und die basierend auf der aktuellen Position des Fahrzeugs bestimmt wird, als ein Herunterladeziel.

Es folgen 20 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

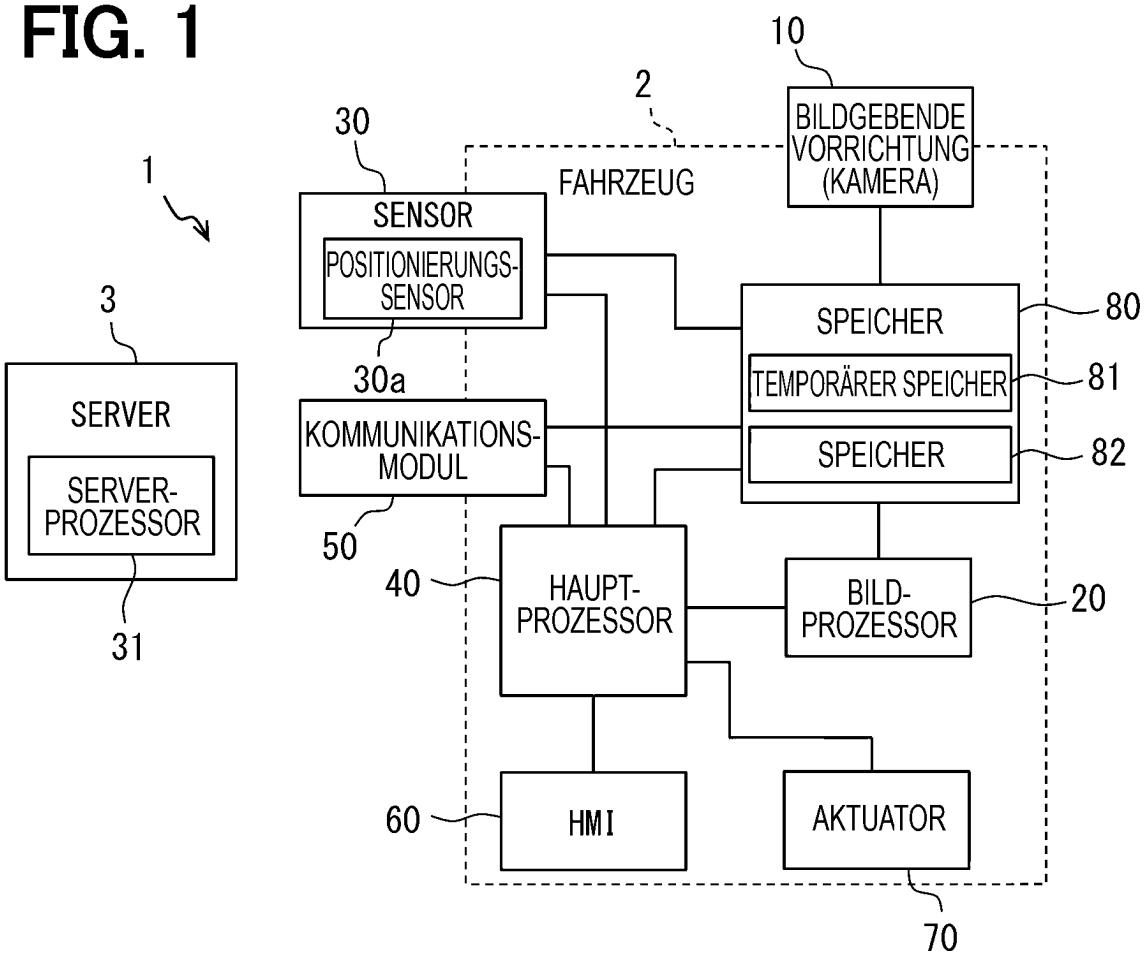


FIG. 2

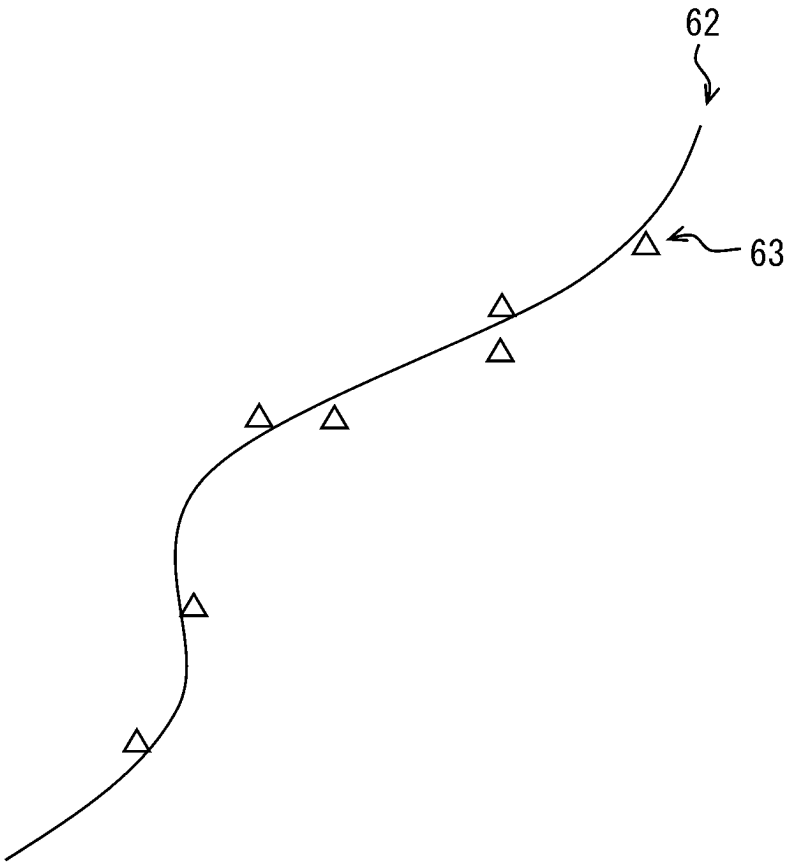

62
63

FIG. 3

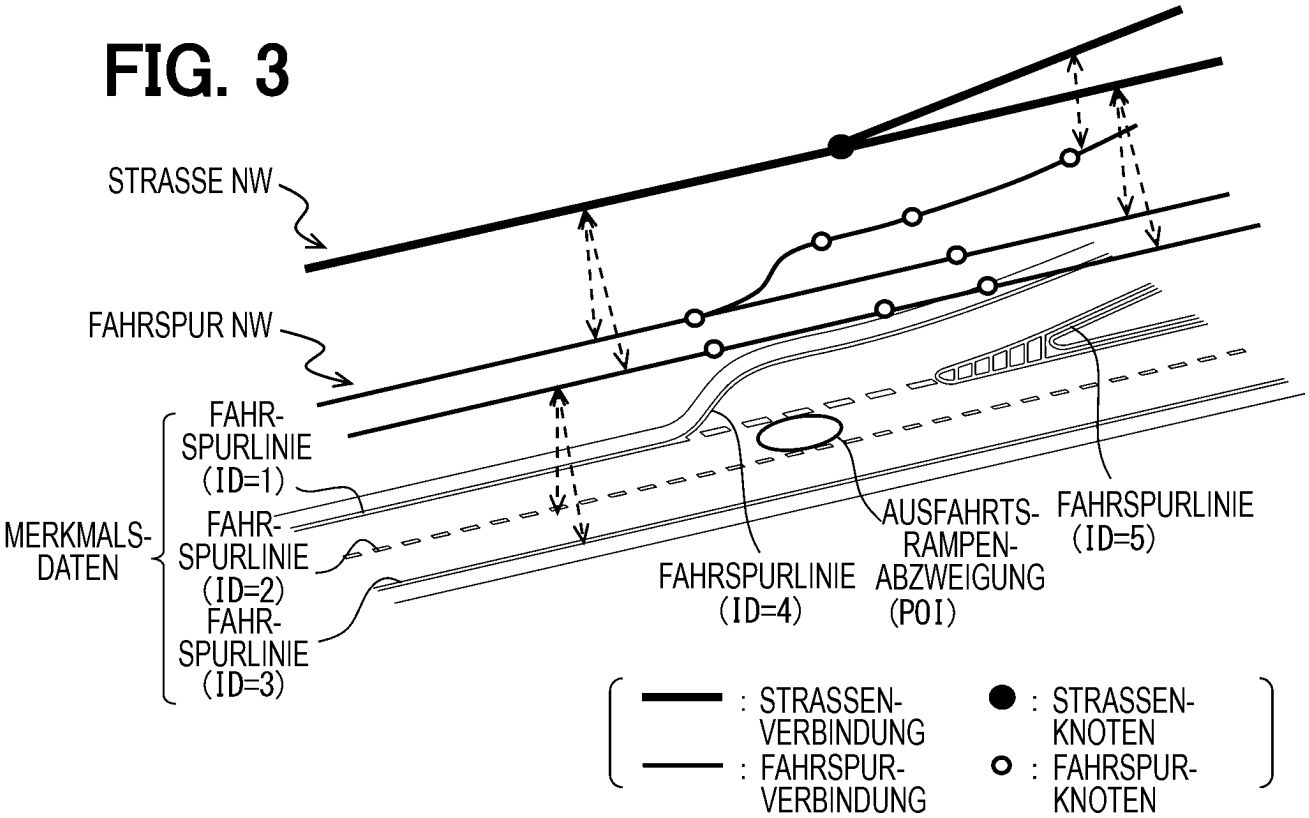

STRASSE NW
FAHRSPUR NW
MERKMALS-DATEN
FAHR-SPURLINIE (ID=1)
FAHR-SPURLINIE (ID=2)
FAHR-SPURLINIE (ID=3)
FAHRSPURLINIE (ID=4)
AUSFAHRTS-RAMPEN-ABZWEIGUNG (POI)
FAHRSPURLINIE (ID=5)
: STRASSEN-VERBINDUNG
: FAHRSPUR-VERBINDUNG
: STRASSEN-KNOTEN
: FAHRSPUR-KNOTEN

FIG. 4

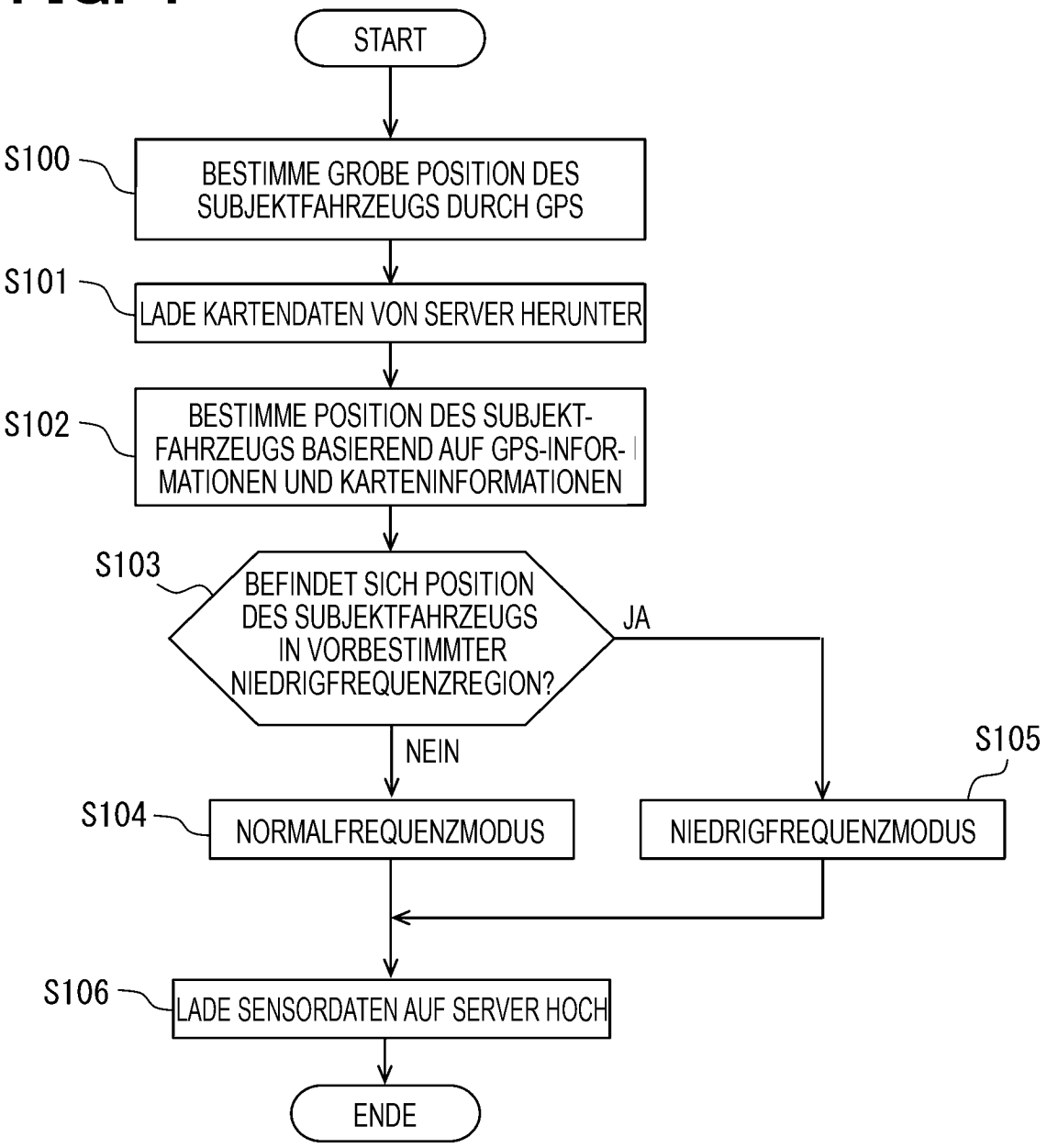

START
S100
BESTIMME GROBE POSITION DES SUBJEKTFAHRZEUGS DURCH GPS
S101
LADE KARTENDATEN VON SERVER HERUNTER
S102
BESTIMME POSITION DES SUBJEKT-FAHRZEUGS BASIEREND AUF GPS-INFOR-MATIONEN UND KARTENINFORMATIONEN
S103
BEFINDET SICH POSITION DES SUBJEKTFAHRZEUGS IN VORBESTIMMTER NIEDRIGFREQUENZREGION?
JA
NEIN
S104
NORMALFREQUENZMODUS
S105
NIEDRIGFREQUENZMODUS
S106
LADE SENSORDATEN AUF SERVER HOCH
ENDE

FIG. 5

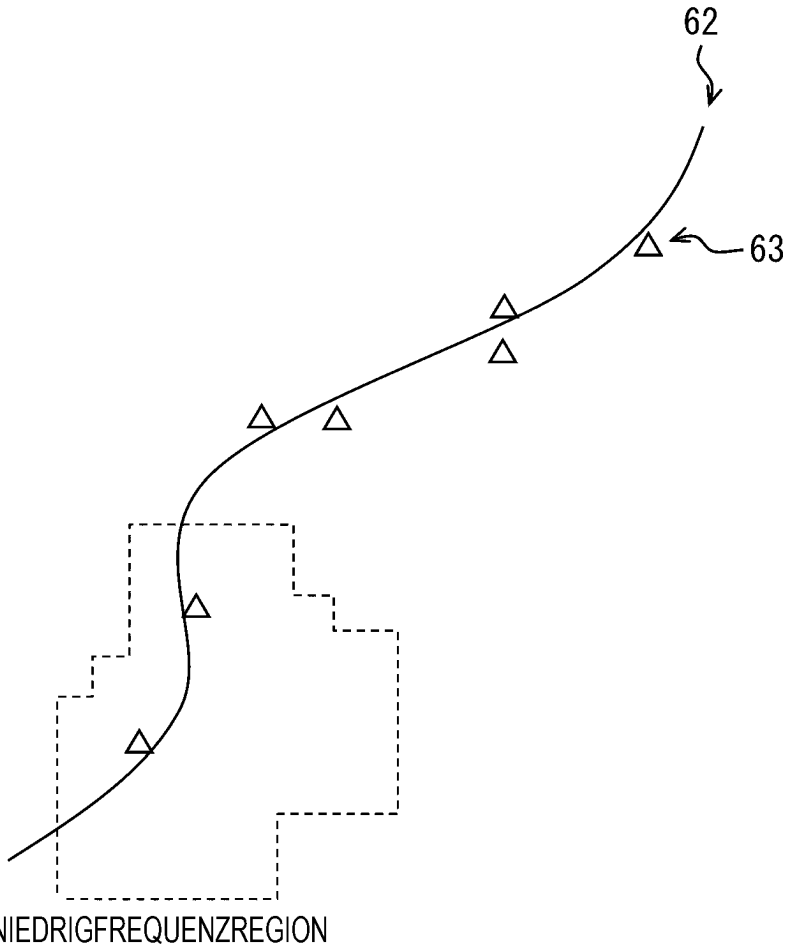


FIG. 6

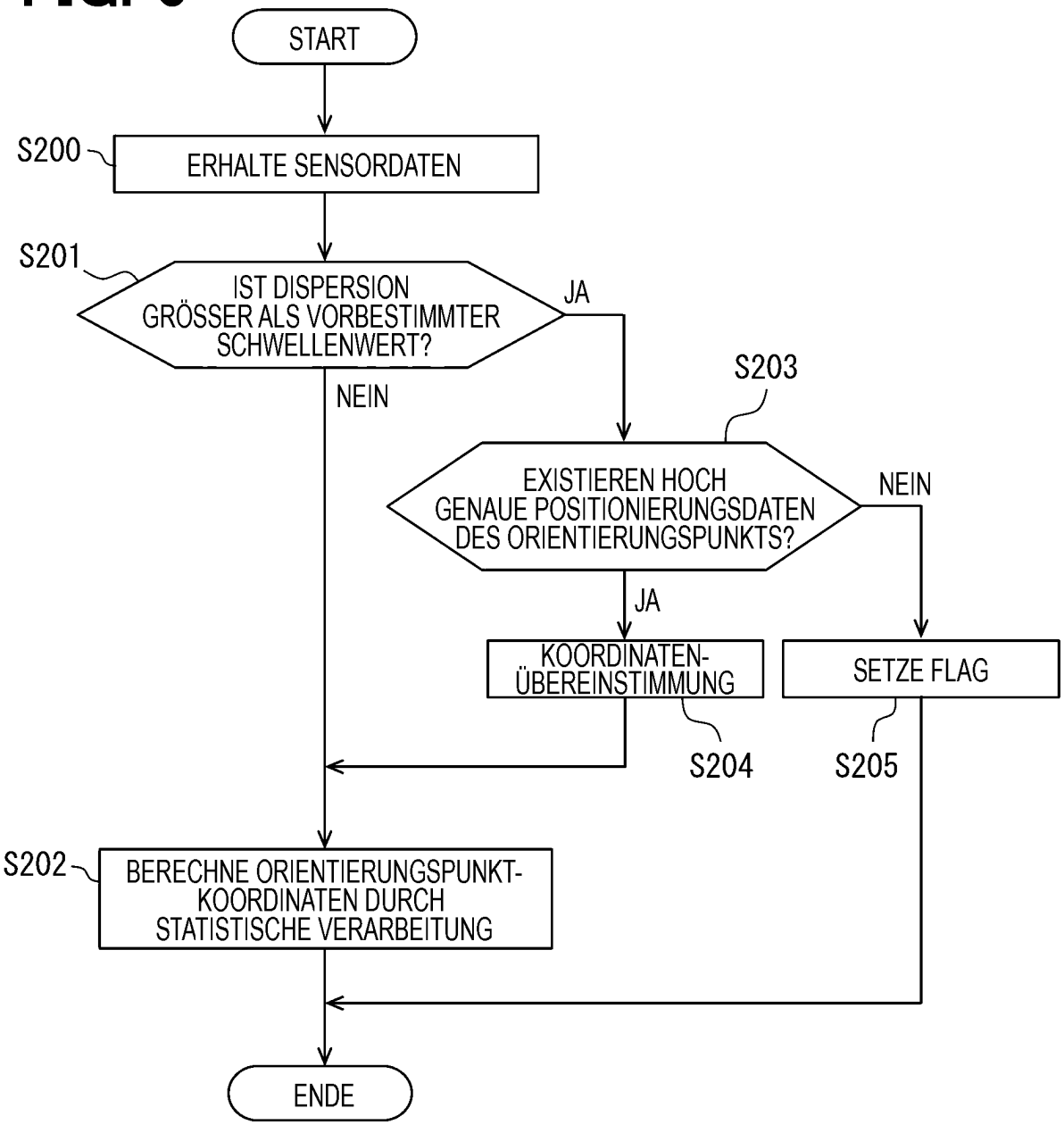

START
S200
ERHALTE SENSORDATEN
S201
IST DISPERSION GRÖSSER ALS VORBESTIMMTER SCHWELLENWERT?
JA
NEIN
S203
EXISTIEREN HOCH GENAUE POSITIONIERUNGSDATEN DES ORIENTIERUNGSPUNKTS?
NEIN
JA
KOORDINATEN-ÜBEREINSTIMMUNG
SETZE FLAG
S204
S205
S202
BERECHNE ORIENTIERUNGSPUNKT-KOORDINATEN DURCH STATISTISCHE VERARBEITUNG
ENDE

FIG. 7

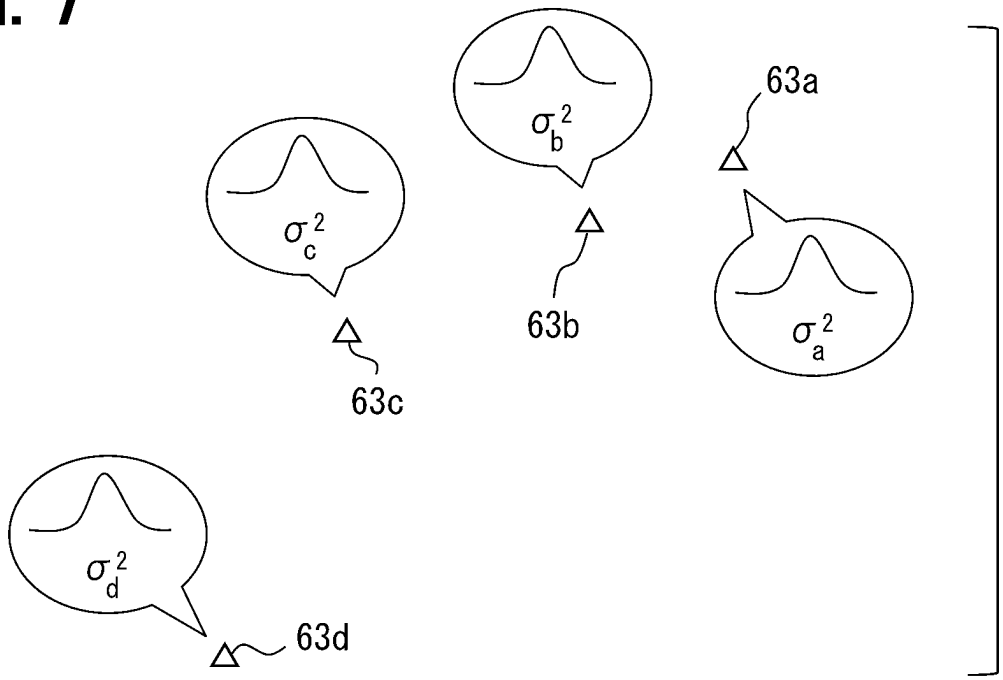

σ_b^2
63a
σ_c^2
63b
σ_a^2
63c
σ_d^2
63d

FIG. 8


63a
63b
63c
63d

FIG. 9

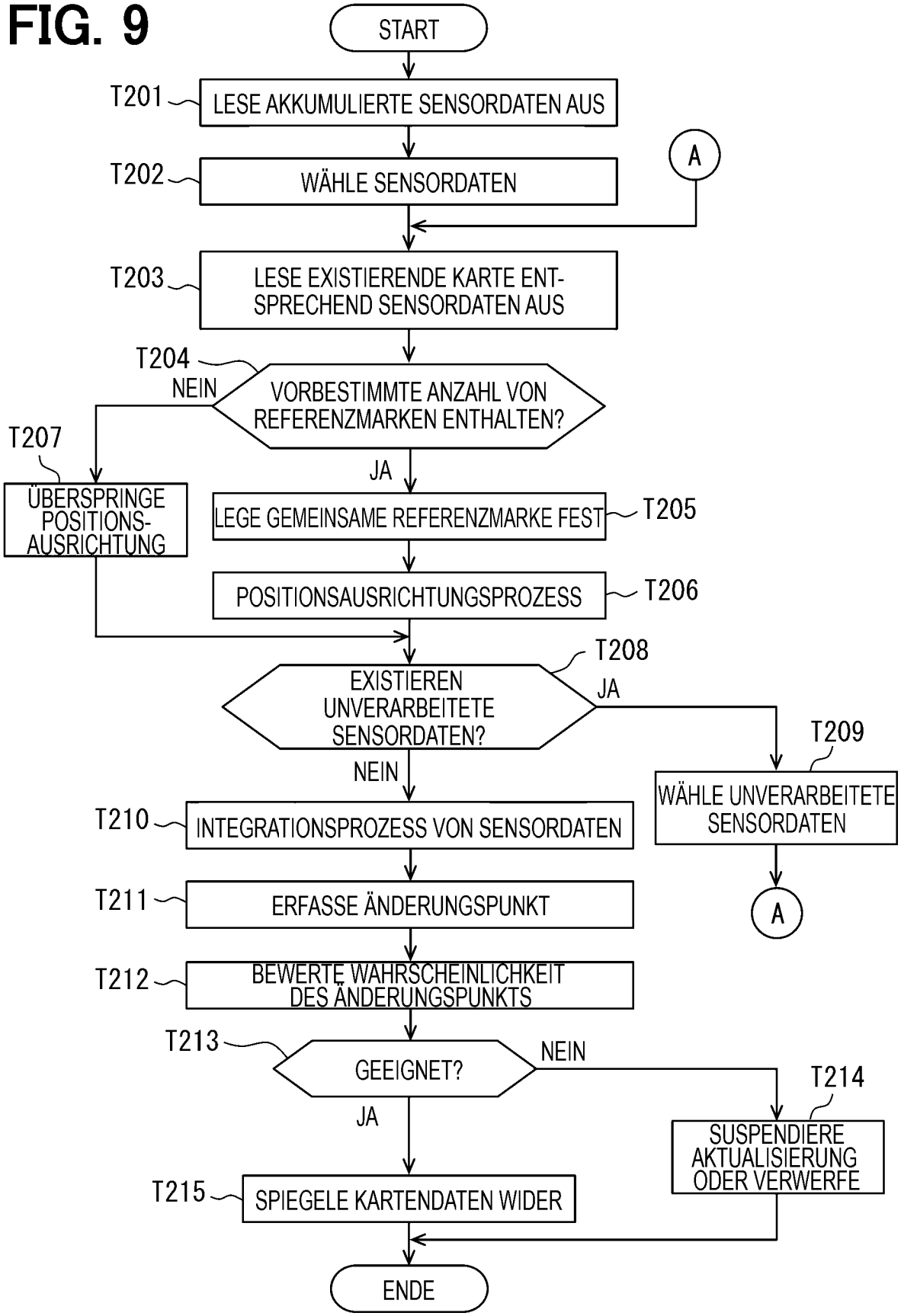

START
T201
LESE AKKUMULIERTE SENSORDATEN AUS
T202
WÄHLE SENSORDATEN
A
T203
LESE EXISTIERENDE KARTE ENT-SPRECHEND SENSORDATEN AUS
T204
NEIN
VORBESTIMMTE ANZAHL VON REFERENZMARKEN ENTHALTEN?
T207
ÜBERSPRINGE POSITIONS-AUSRICHTUNG
JA
LEGE GEMEINSAME REFERENZMARKE FEST
T205
POSITIONSAUSRICHTUNGSPROZESS
T206
T208
EXISTIEREN UNVERARBEITETE SENSORDATEN?
JA
T209
WÄHLE UNVERARBEITETE SENSORDATEN
A
NEIN
T210
INTEGRATIONSPROZESS VON SENSORDATEN
T211
ERFASSE ÄNDERUNGSPUNKT
T212
BEWERTE WAHRSCHEINLICHKEIT DES ÄNDERUNGSPUNKTS
T213
GEEIGNET?
NEIN
T214
SUSPENDIERE AKTUALISIERUNG ODER VERWERFE
JA
T215
SPIEGELE KARTENDATEN WIDER
ENDE

FIG. 10

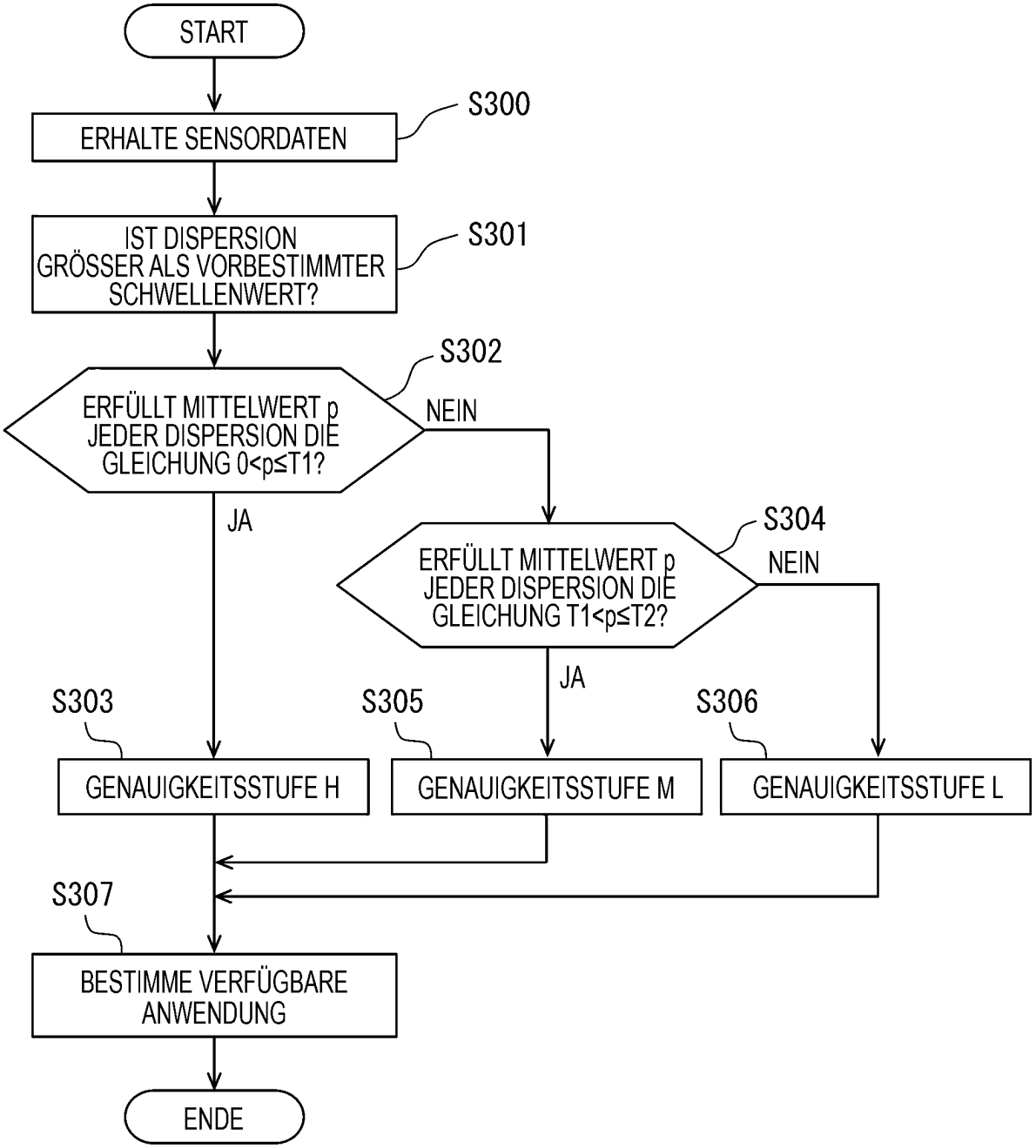

START
ERHALTE SENSORDATEN
S300
IST DISPERSION GRÖSSER ALS VORBESTIMMTER SCHWELLENWERT?
S301
S302
ERFÜLLT MITTELWERT p JEDER DISPERSION DIE GLEICHUNG 0<p≤T1?
NEIN
JA
S304
ERFÜLLT MITTELWERT p JEDER DISPERSION DIE GLEICHUNG T1<p≤T2?
NEIN
JA
S303
S305
S306
GENAUIGKEITSSTUFE H
GENAUIGKEITSSTUFE M
GENAUIGKEITSSTUFE L
S307
BESTIMME VERFÜGBARE ANWENDUNG
ENDE

FIG. 11

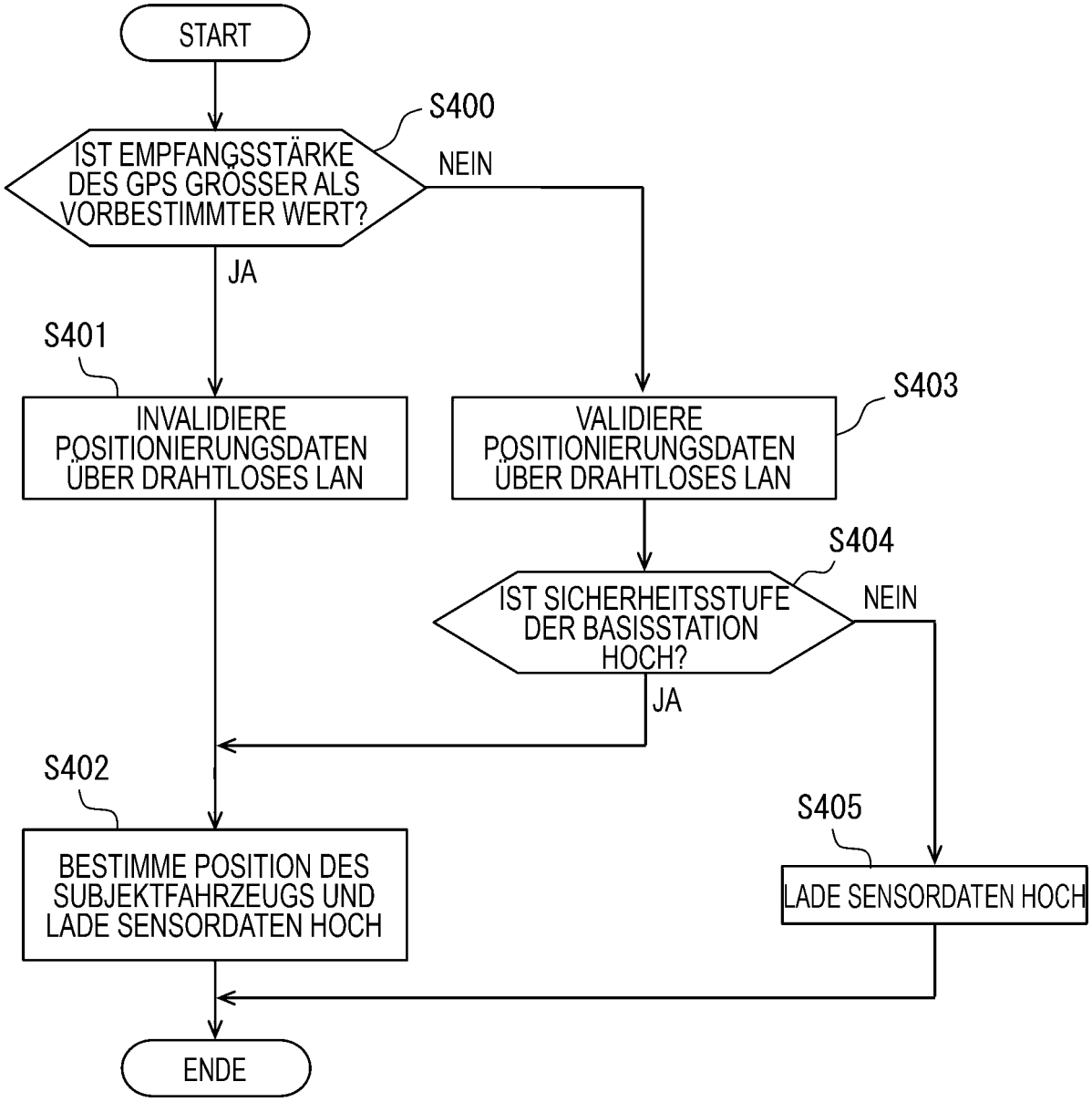

START
S400
IST EMPFANGSSTÄRKE DES GPS GRÖSSER ALS VORBESTIMMTER WERT?
NEIN
JA
S401
INVALIDIERE POSITIONIERUNGSDATEN ÜBER DRAHTLOSES LAN
S403
VALIDIERE POSITIONIERUNGSDATEN ÜBER DRAHTLOSES LAN
S404
IST SICHERHEITSSTUFE DER BASISSTATION HOCH?
NEIN
JA
S402
BESTIMME POSITION DES SUBJEKTFAHRZEUGS UND LADE SENSORDATEN HOCH
S405
LADE SENSORDATEN HOCH
ENDE

FIG. 12

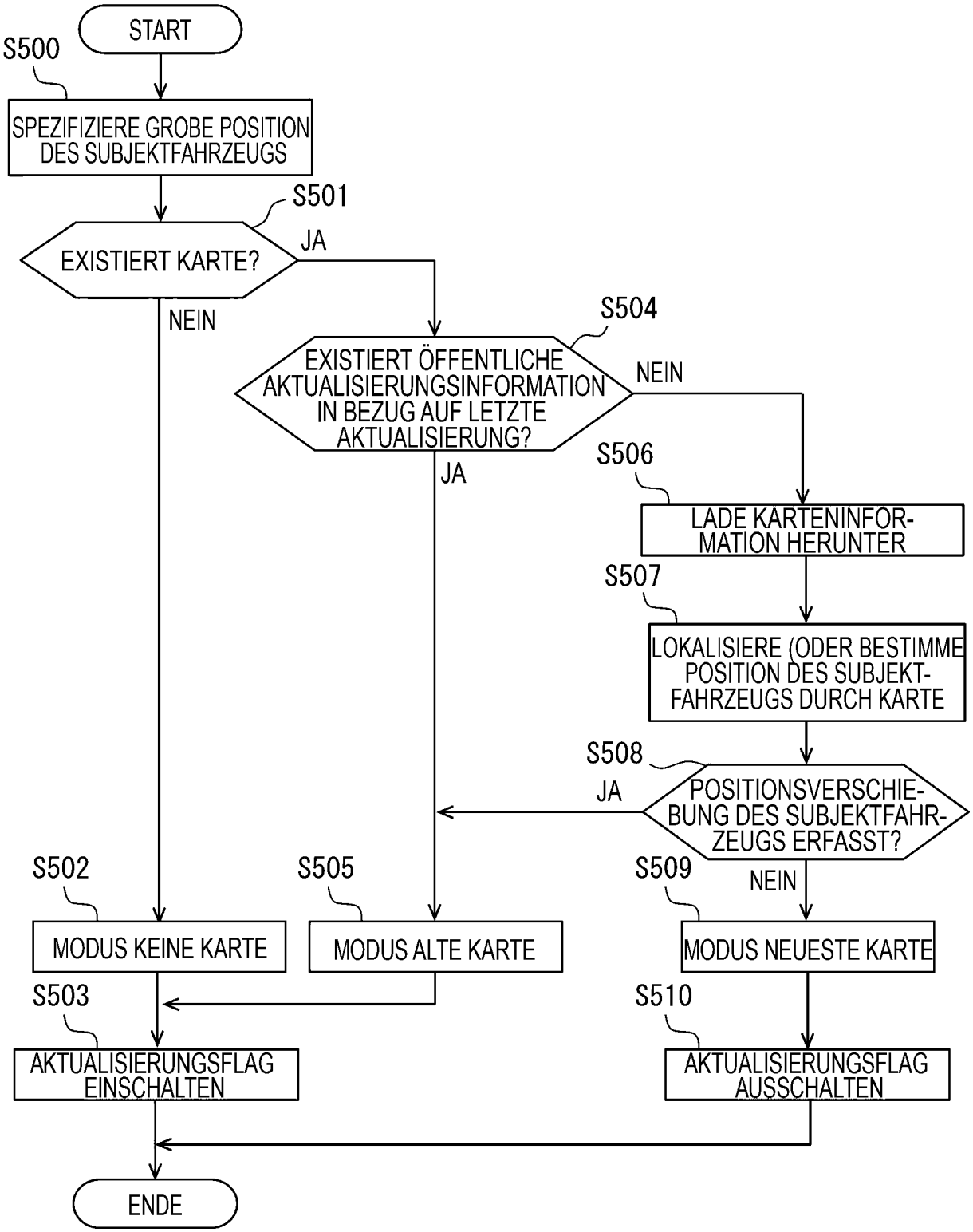

START
S500
SPEZIFIZIERE GROBE POSITION DES SUBJEKTFAHRZEUGS
S501
EXISTIERT KARTE?
JA
NEIN
S504
EXISTIERT ÖFFENTLICHE AKTUALISIERUNGSINFORMATION IN BEZUG AUF LETZTE AKTUALISIERUNG?
NEIN
JA
S506
LADE KARTENINFOR-MATION HERUNTER
S507
LOKALISIERE (ODER BESTIMME POSITION DES SUBJEKT-FAHRZEUGS DURCH KARTE
S508
JA
POSITIONSVERSCHIE-BUNG DES SUBJEKTFAHR-ZEUGS ERFASST?
NEIN
S502
MODUS KEINE KARTE
S505
MODUS ALTE KARTE
S509
MODUS NEUESTE KARTE
S503
AKTUALISIERUNGSFLAG EINSCHALTEN
S510
AKTUALISIERUNGSFLAG AUSSCHALTEN
ENDE

FIG. 13

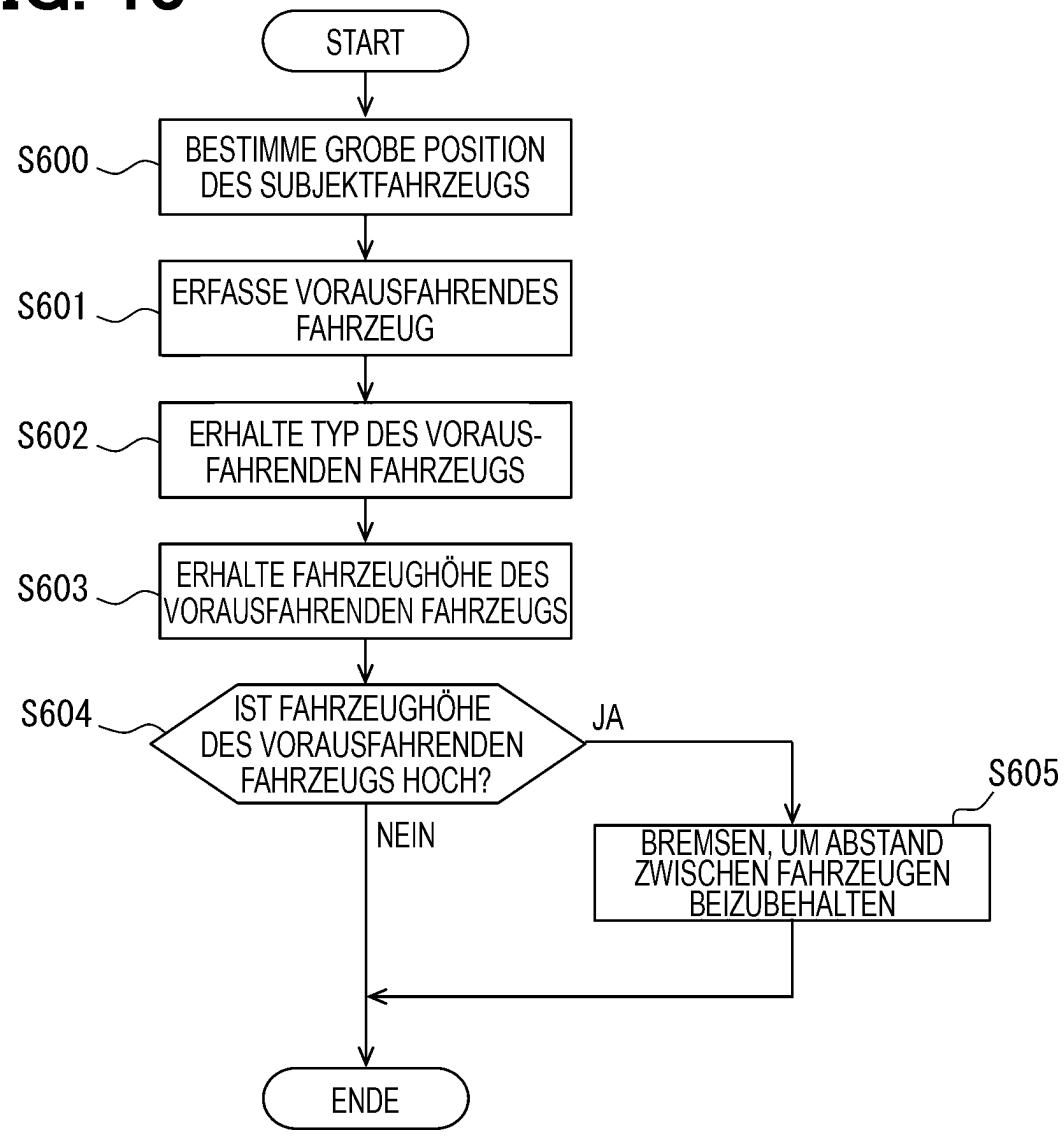

START
S600
BESTIMME GROBE POSITION DES SUBJEKTFAHRZEUGS
S601
ERFASSE VORAUSFAHRENDES FAHRZEUG
S602
ERHALTE TYP DES VORAUS-FAHRENDEN FAHRZEUGS
S603
ERHALTE FAHRZEUGHÖHE DES VORAUSFAHRENDEN FAHRZEUGS
S604
IST FAHRZEUGHÖHE DES VORAUSFAHRENDEN FAHRZEUGS HOCH?
JA
NEIN
S605
BREMSEN, UM ABSTAND ZWISCHEN FAHRZEUGEN BEIZUBEHALTEN
ENDE

FIG. 14

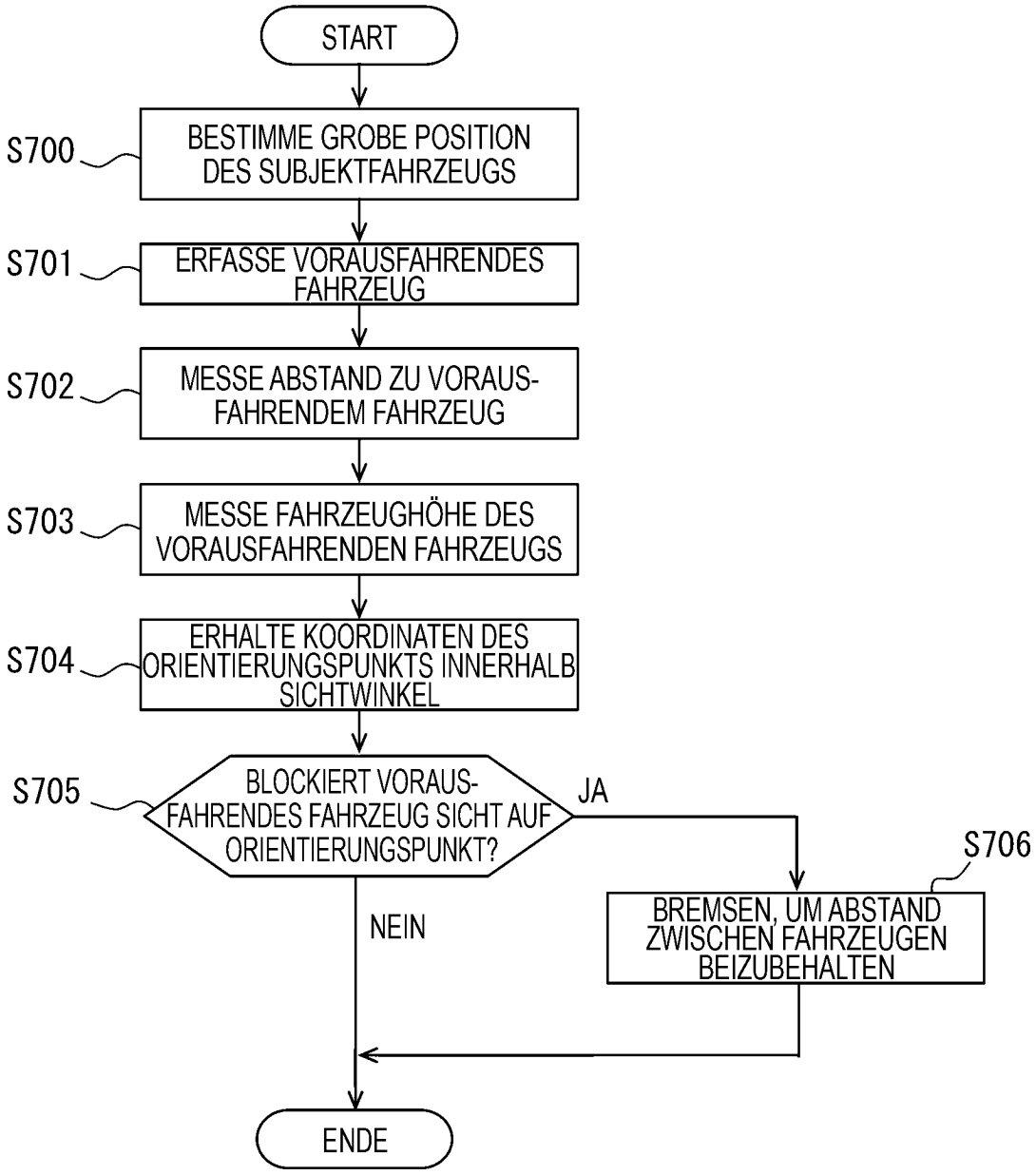

START
S700
BESTIMME GROBE POSITION DES SUBJEKTFAHRZEUGS
S701
ERFASSE VORAUSFAHRENDES FAHRZEUG
S702
MESSE ABSTAND ZU VORAUS-FAHRENDEM FAHRZEUG
S703
MESSE FAHRZEUGHÖHE DES VORAUSFAHRENDEN FAHRZEUGS
S704
ERHALTE KOORDINATEN DES ORIENTIERUNGSPUNKTS INNERHALB SICHTWINKEL
S705
BLOCKIERT VORAUS-FAHRENDES FAHRZEUG SICHT AUF ORIENTIERUNGSPUNKT?
JA
NEIN
S706
BREMSEN, UM ABSTAND ZWISCHEN FAHRZEUGEN BEIZUBEHALTEN
ENDE

FIG. 15

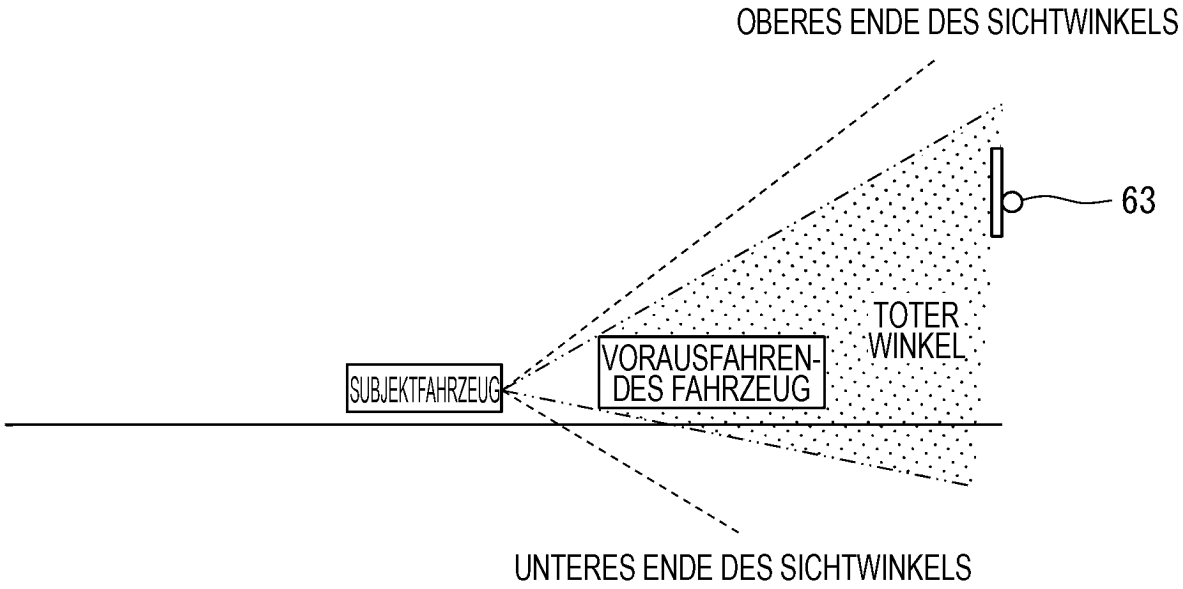

OBERES ENDE DES SICHTWINKELS
63
TOTER WINKEL
VORAUSFAHREN-DES FAHRZEUG
SUBJEKTFAHRZEUG
UNTERES ENDE DES SICHTWINKELS

FIG. 16

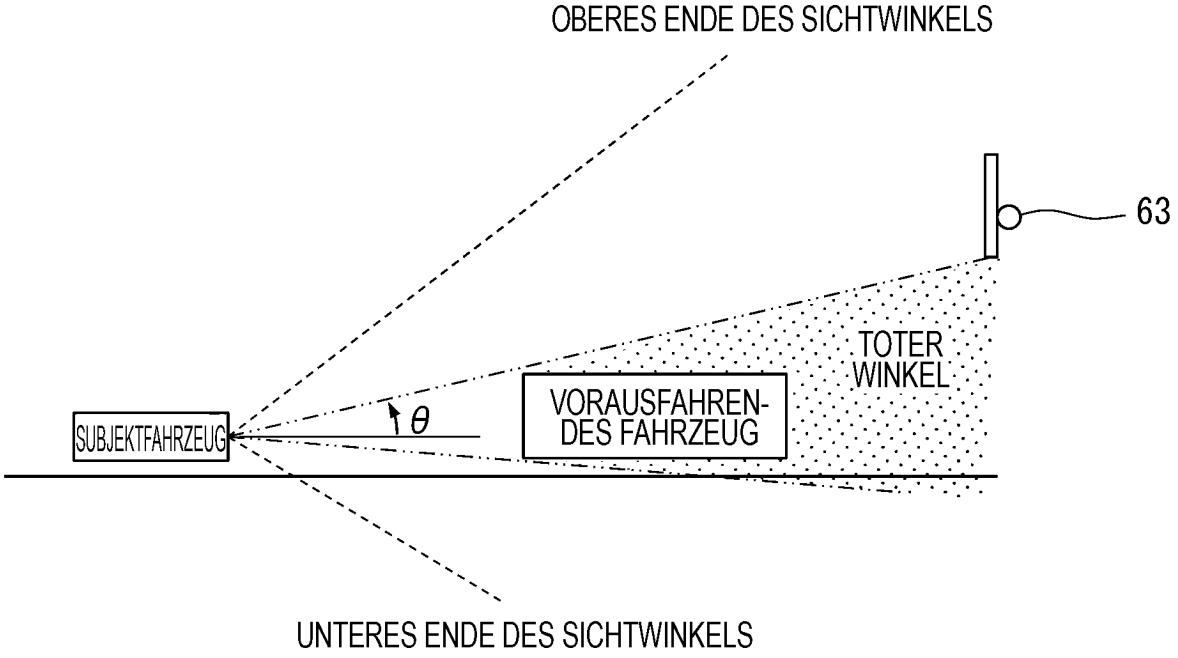

OBERES ENDE DES SICHTWINKELS
63
TOTER WINKEL
VORAUSFAHREN-DES FAHRZEUG
θ
SUBJEKTFAHRZEUG
UNTERES ENDE DES SICHTWINKELS

FIG. 17

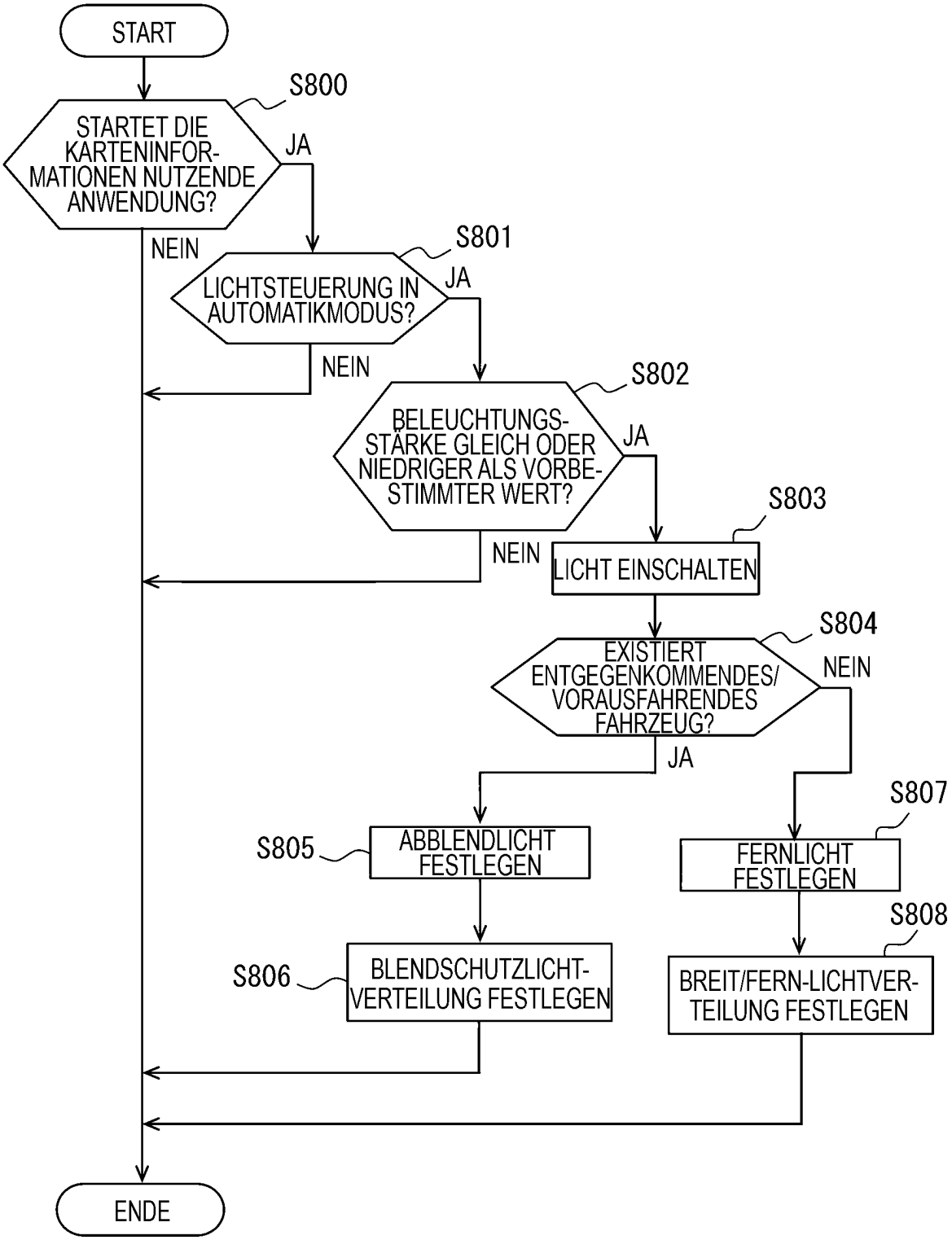

START
S800
STARTET DIE KARTENINFOR-MATIONEN NUTZENDE ANWENDUNG?
JA
NEIN
S801
LICHTSTEUERUNG IN AUTOMATIKMODUS?
JA
NEIN
S802
BELEUCHTUNGS-STÄRKE GLEICH ODER NIEDRIGER ALS VORBE-STIMMTER WERT?
JA
NEIN
S803
LICHT EINSCHALTEN
S804
EXISTIERT ENTGEGENKOMMENDES/ VORAUSFAHRENDES FAHRZEUG?
NEIN
JA
S805
ABBLENDLICHT FESTLEGEN
S806
BLENDSCHUTZLICHT-VERTEILUNG FESTLEGEN
S807
FERNLICHT FESTLEGEN
S808
BREIT/FERN-LICHTVER-TEILUNG FESTLEGEN
ENDE

FIG. 18

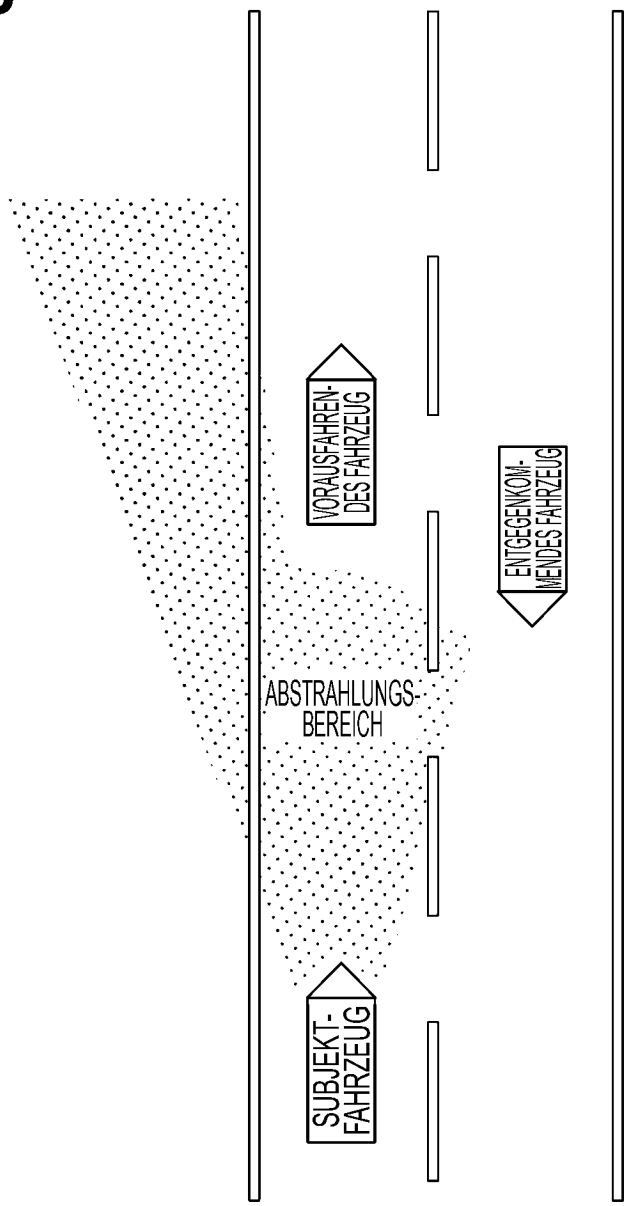

VORAUSFAHRENDES FAHRZEUG
ENTGEGENKOMMENDES FAHRZEUG
ABSTRAHLUNGSBEREICH
SUBJEKTFAHRZEUG

FIG. 19

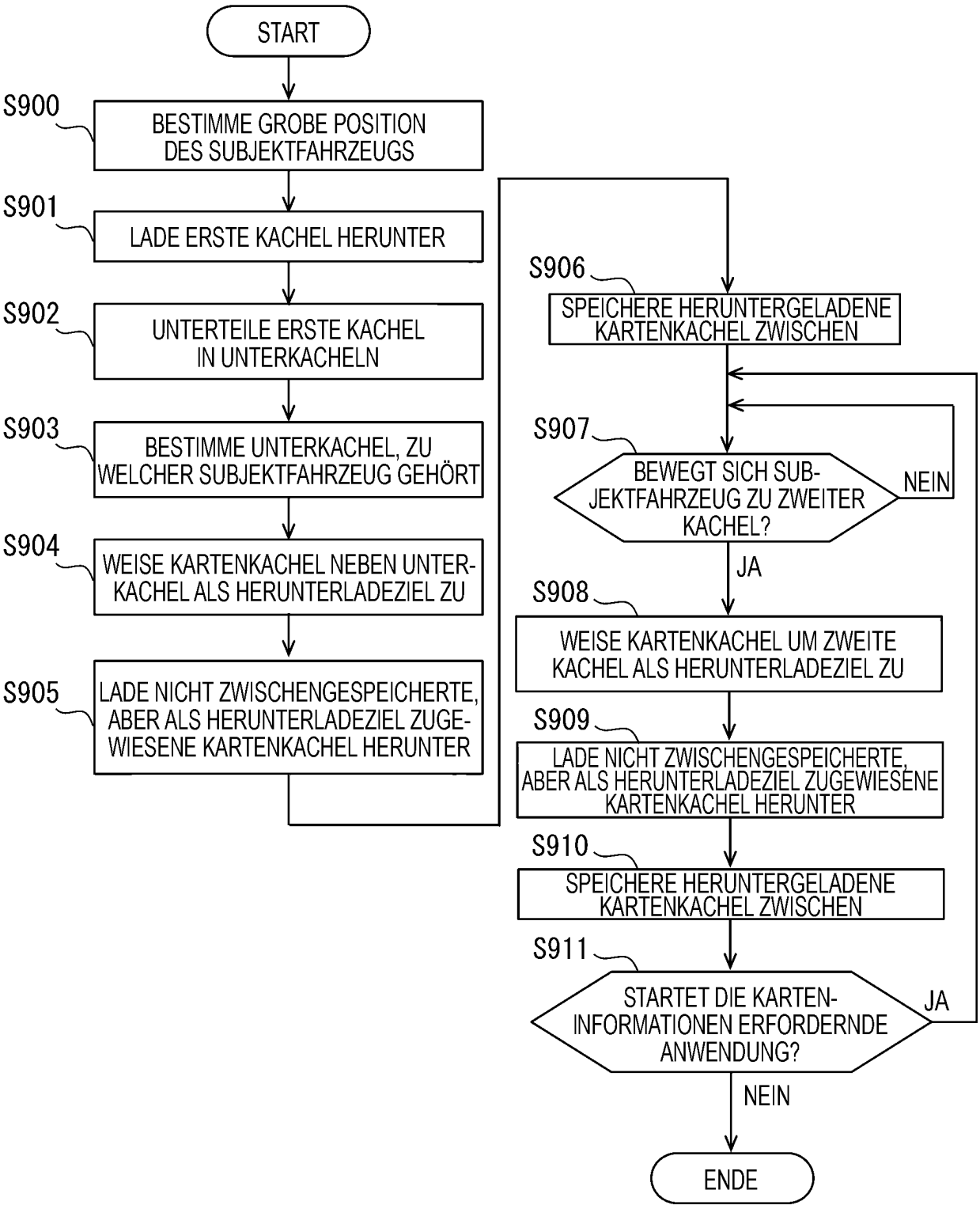

START
S900
BESTIMME GROBE POSITION DES SUBJEKTFAHRZEUGS
S901
LADE ERSTE KACHEL HERUNTER
S902
UNTERTEILE ERSTE KACHEL IN UNTERKACHELN
S903
BESTIMME UNTERKACHEL, ZU WELCHER SUBJEKTFAHRZEUG GEHÖRT
S904
WEISE KARTENKACHEL NEBEN UNTER-KACHEL ALS HERUNTERLADEZIEL ZU
S905
LADE NICHT ZWISCHENGESPEICHERTE, ABER ALS HERUNTERLADEZIEL ZUGE-WIESENE KARTENKACHEL HERUNTER
S906
SPEICHERE HERUNTERGELADENE KARTENKACHEL ZWISCHEN
S907
BEWEGT SICH SUB-JEKTFAHRZEUG ZU ZWEITER KACHEL?
NEIN
JA
S908
WEISE KARTENKACHEL UM ZWEITE KACHEL ALS HERUNTERLADEZIEL ZU
S909
LADE NICHT ZWISCHENGESPEICHERTE, ABER ALS HERUNTERLADEZIEL ZUGEWIESENE KARTENKACHEL HERUNTER
S910
SPEICHERE HERUNTERGELADENE KARTENKACHEL ZWISCHEN
S911
STARTET DIE KARTEN-INFORMATIONEN ERFORDERNDE ANWENDUNG?
JA
NEIN
ENDE

FIG. 20

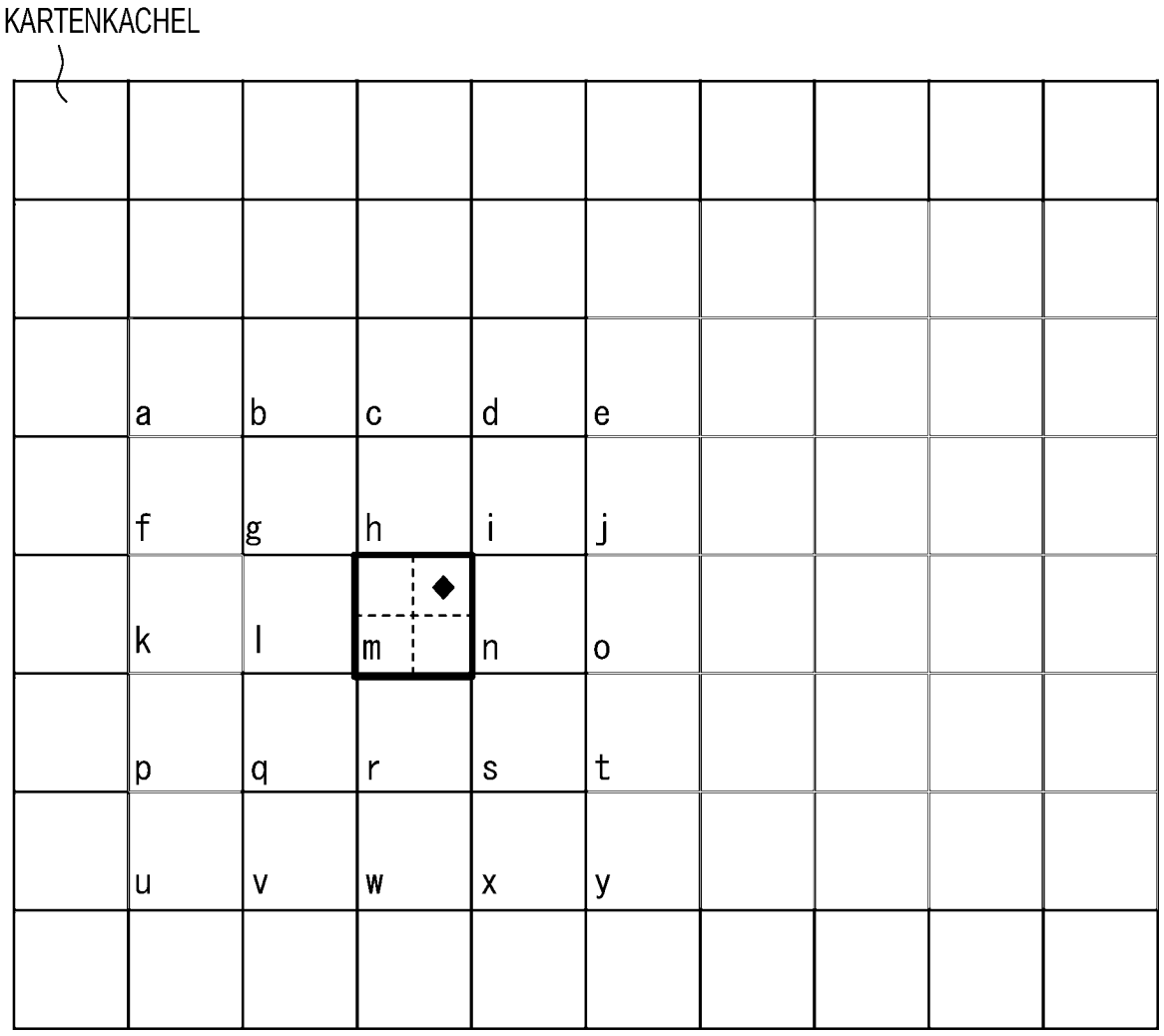


FIG. 21

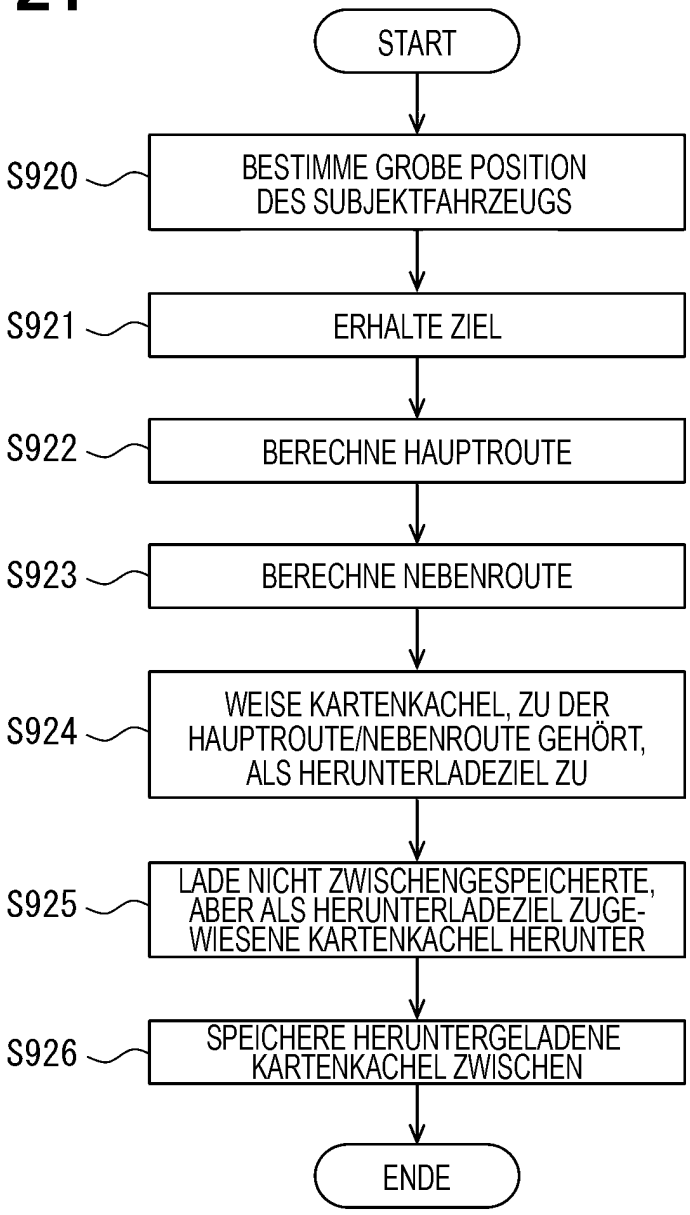

START
S920
BESTIMME GROBE POSITION DES SUBJEKTFAHRZEUGS
S921
ERHALTE ZIEL
S922
BERECHNE HAUPTROUTE
S923
BERECHNE NEBENROUTE
S924
WEISE KARTENKACHEL, ZU DER HAUPTROUTE/NEBENROUTE GEHÖRT, ALS HERUNTERLADEZIEL ZU
S925
LADE NICHT ZWISCHENGESPEICHERTE, ABER ALS HERUNTERLADEZIEL ZUGEWIESENE KARTENKACHEL HERUNTER
S926
SPEICHERE HERUNTERGELADENE KARTENKACHEL ZWISCHEN
ENDE

FIG. 22

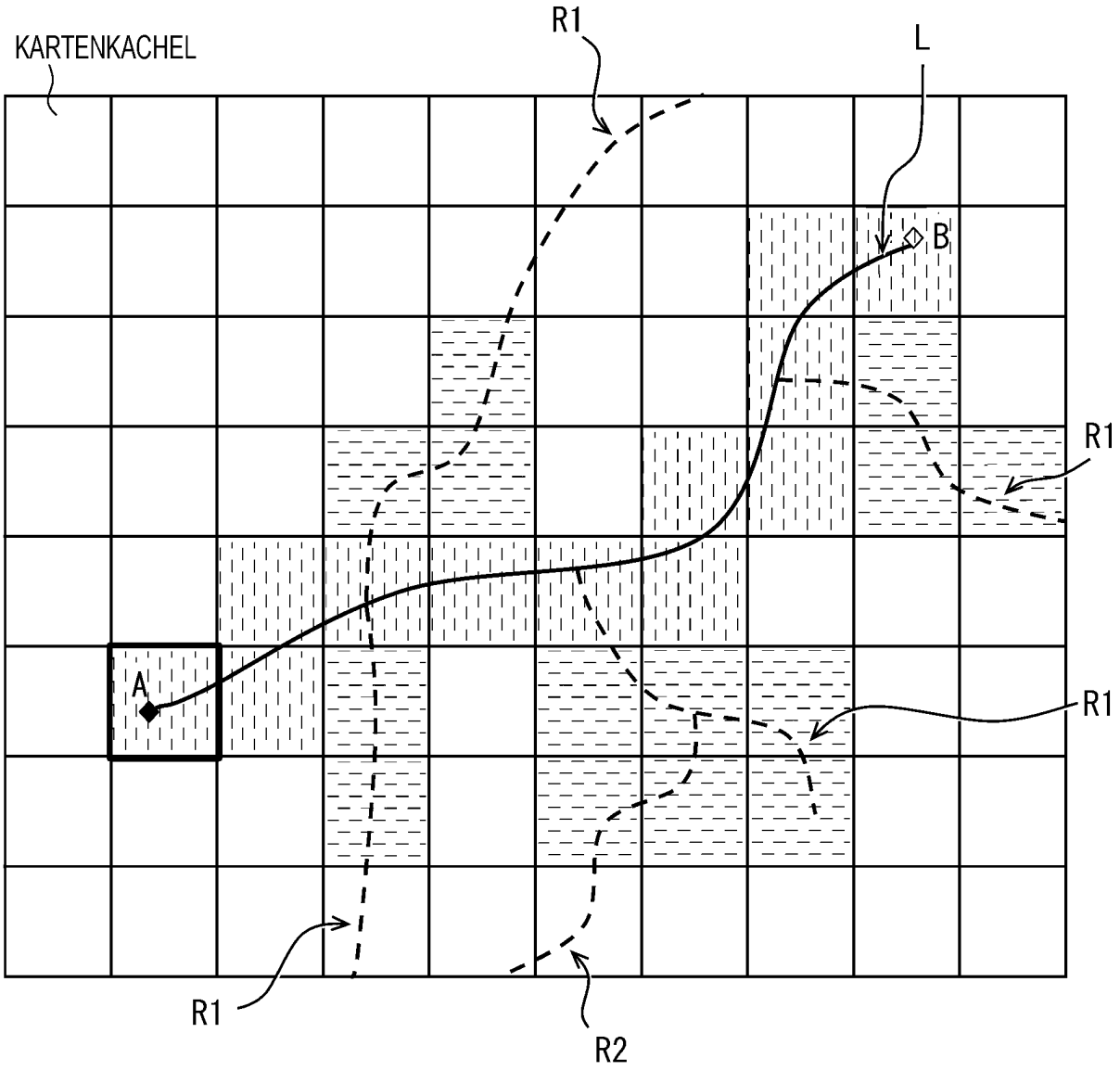


FIG. 23

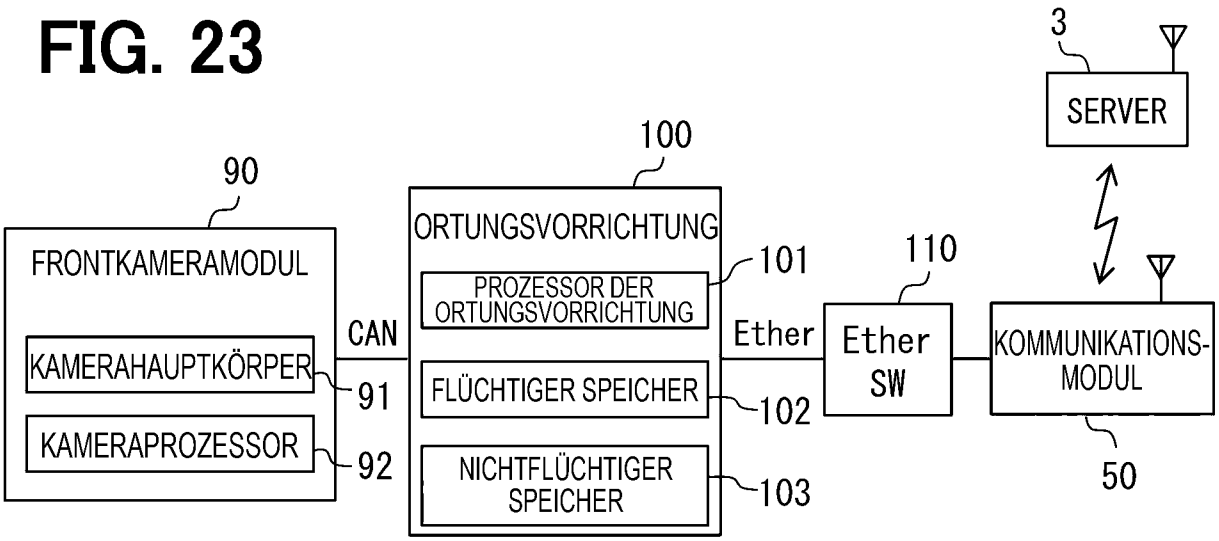
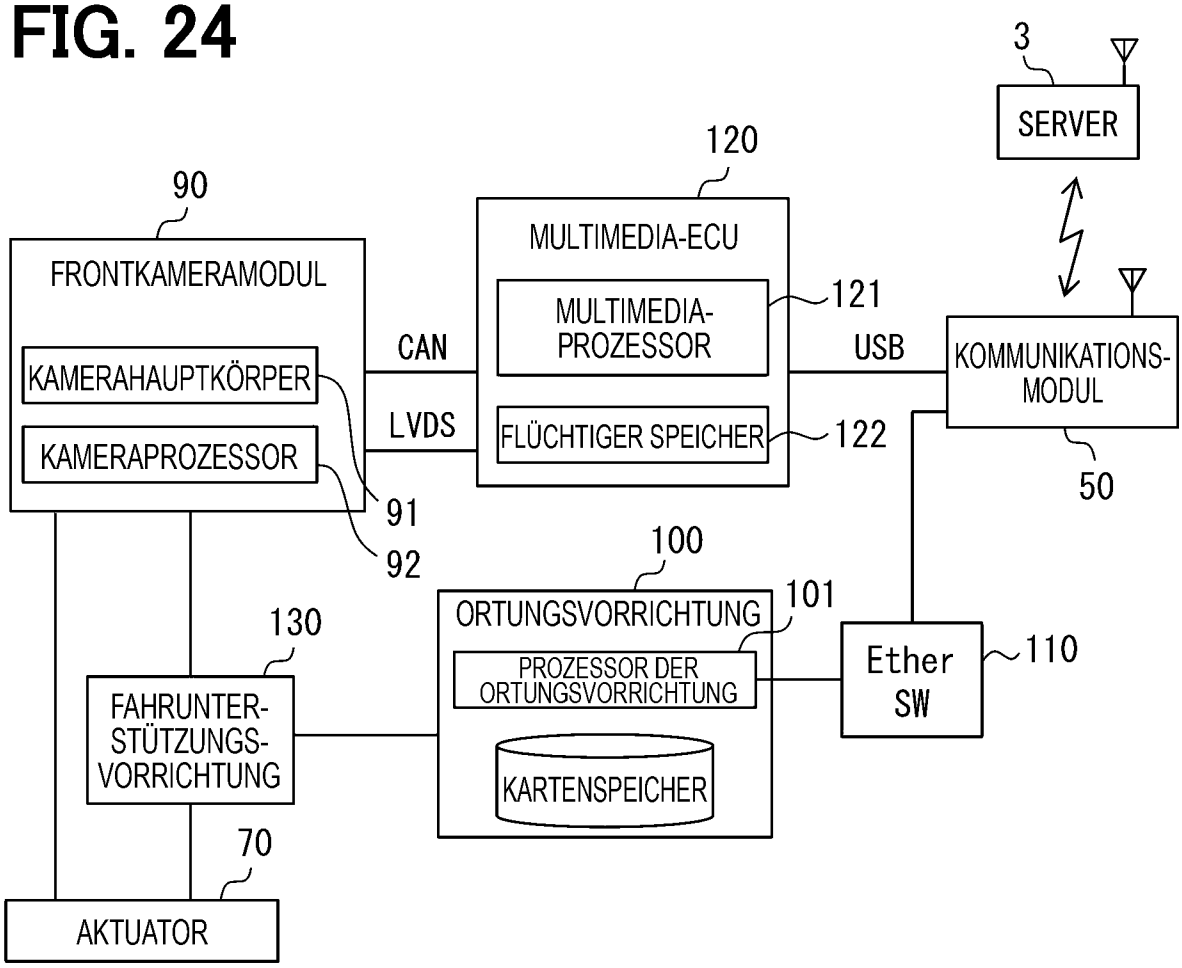


FIG. 24



 Das Dokument wurde durch die Firma Jouve hergestellt.