



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2023 210 965.4**

(22) Anmeldetag: **06.11.2023**

(43) Offenlegungstag: **16.05.2024**

(51) Int Cl.: **G08G 1/16 (2006.01)**

G08G 1/09 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2022-180895 **11.11.2022** **JP**

(71) Anmelder:
Mitsubishi Electric Corporation, Tokyo, JP

(74) Vertreter:
**Hoffmann Eitle Patent- und Rechtsanwälte
PartmbB, 81925 München, DE**

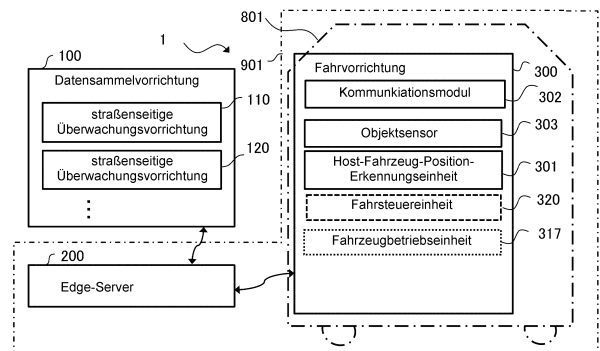
(72) Erfinder:
Azuma, Michitoshi, Tokyo, JP; Mori, Kohei, Tokyo, JP; Higuchi, Toru, Tokyo, JP; Yamada, Hiroshi, Tokyo, JP

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Integriertes Steuersystem für autonomes Fahren**

(57) Zusammenfassung: Wenn eine Unregelmäßigkeit in einem autonom fahrenden Fahrzeug (801) auftritt, das in eine Kreuzung einfährt, ist es notwendig, das Fahrzeug (801) zu veranlassen, vorrangig von der Kreuzung zu flüchten. Ein Autonom-Fahren-Integriert-Steuersystem (1) umfasst mehrere straßenseitige Überwachungsrichtungen (110, 120) und eine Autonom-Fahrvorrichtung (901), wobei die mehreren straßenseitigen Überwachungsrichtungen (110, 120) jeweils einen Sensor (112, 113, 114) und einen Sender (118) aufweisen, der Informationen über ein erkanntes Objekt überträgt, und wobei die Autonom-Fahrvorrichtung (901) Folgendes aufweist eine Empfängereinheit (201, 302); eine Fahrzeug-Unregelmäßigkeitszustand-Erkennungseinheit (305); eine Rettungsweg-Erzeugungseinheit (204, 205), die für jede der straßenseitigen Überwachungsrichtungen (110, 120) Kreuzung-Rettungsweg zum Flüchten aus der Kreuzung erzeugt; eine Auswahleinheit (206), die die so erzeugten Kreuzung-Rettungsweg hinsichtlich ihres Kollisionsvermeidungsniveaus miteinander vergleicht, um dadurch eine Auswahl zu treffen; eine Fahrbar-Abstand-Berechnungseinheit (306), die einen Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstand berechnet; eine Steuereinheit (312) für das Fahrzeug, die, wenn ein fahrzeugseitiger Zustand des Fahrzeugs (801) erkannt wird, das Fahrzeug (801) veranlasst, entlang eines Hoch-Niveau-Kreuzung-Rettungswegs zu flüchten, der dem Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstand zugehört; und eine Fahrzeugbetriebs-einheit (317).



Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Offenbarung betrifft ein Autonom-Fahren-Integriert-Steuersystem.

HINTERGRUND

[0002] In letzter Zeit besteht der Wunsch, das autonome Fahren auf Transportfahrzeuge anzuwenden. Es wird erwartet, dass mit der Einführung des autonomen Fahrens verschiedene soziale Probleme gelöst werden, beispielsweise der Mangel an Fahrern im Logistikbereich, Verkehrsstaus und das „Last-onemile-Problem“ gelöst werden können.

[0003] In Bezug auf Fahrzeuge, die in bestimmten Bereichen einer Fabrik oder ähnlichem eingesetzt werden, führt der Fahrer den Transport bisher mit einem Lastwagen oder einer Zugmaschine durch. Um die Betriebsrate der Fabrik zu erhöhen, ist es jedoch wünschenswert, dass der innerbetriebliche Transport ganztägig durchgeführt wird. Eine solche Methode zur Erhöhung der Anzahl der Schleppfahrzeuge oder zur Verlängerung der Transportarbeitszeiten erfordert eine Erhöhung der Maschinenkosten und der Kosten für die Sicherung der Fahrer, was zu einer großen Belastung für den Unternehmer führt. Daher ist es wünschenswert, das autonome Fahren auch auf solche Transportfahrzeuge anzuwenden, die in bestimmten Bereichen fahren.

[0004] Die Society-of-Automotive-Engineers (SAE) definiert technische Niveaus des autonomen Fahrens für normale Fahrzeuge, die auf öffentlichen Straßen fahren. Viele Hersteller und gesellschaftliche Organisationen verwenden diese technischen Niveaus. Auf dem Niveau 4 des autonomen Fahrens werden die Bedingungen für das fortgesetzte autonome Fahren eines Fahrzeugs festgelegt, ohne dass eine kontinuierliche Überwachung des Fahrzeugs durch den Fahrer erforderlich ist.

[0005] Gemäß den „Safety Technical Guidelines for Self-Driving Vehicles“ des Ministeriums für Land, Infrastruktur, Transport und Tourismus (Japan) muss das autonome Fahren auf Niveau 4 die Funktion des Minimum Risk Maneuver (MRM) aufweisen. Die Funktion des MRM ist eine Funktion, die ein Fahrzeug autonom zum sicheren Anhalten veranlasst, wenn ein Autonom-Fahrersystem feststellt, dass das autonome Fahren schwierig fortzusetzen ist, wie es durch den Fall dargestellt wird, in dem das Fahrzeug aus der Operation Design Domain (ODD) herauskommt, eine Störung im autonom fahrenden Fahrzeug auftritt, oder ähnliches.

[0006] Wenn eine Unregelmäßigkeit im autonom fahrenden Fahrzeug bei der Einfahrt in eine Kreuzung

auftritt, kann ein höheres Risiko angenommen werden, als wenn das Fahrzeug auf einer normalen Straße fährt. Dies liegt daran, dass das Fahrzeug, wenn es innerhalb der Kreuzung zum Stehen kommt, den Verkehr behindert und auch die Wahrscheinlichkeit besteht, dass es eine Kollision verursacht. Wenn eine Unregelmäßigkeit in dem autonom fahrenden Fahrzeug beim Einfahren in eine Kreuzung auftritt, soll das Fahrzeug daher vorrangig aus der Kreuzung flüchten. Ferner ist es erwünscht, als Route zum Flüchten von der Kreuzung einen solchen Rettungsweg mit einem hohen Kollisionsvermeidungsniveau auszuwählen, indem mehrere Rettungswege miteinander in Bezug auf ihr Kollisionsvermeidungsniveau verglichen werden.

[0007] Es wird ein Verfahren offenbart, bei dem in Bezug auf das Fahren eines autonom fahrenden Fahrzeugs an einer Kreuzung eine Autonom-Fahrer-vorrichtung des Fahrzeugs und eine straßenseitige Steuervorrichtung so konfiguriert sind, dass sie Informationen austauschen, und wenn eine solche Situation angenommen wird, in der das Risiko eines Zusammenstoßes mit einem Hindernis oder einer Annäherung an ein Hindernis usw. hoch ist, eine Route für das autonome Fahren des Fahrzeugs einer Übersteuerungssteuerung (erzwungener Betrieb) von der Außenseite des Fahrzeugs unterworfen wird, um dadurch zu bewirken, dass das Fahrzeug entlang einer geeigneten Fahrtroute fährt (beispielsweise Patentedokument 1).

ZITATLISTE

PATENTSCHRIFT

[0008] Patentedokument 1: Japanische Patentveröffentlichungsschrift Nr. 2022-65804

[0009] Gemäß der in Patentedokument 1 offengelegten Technik werden Informationen rund um eine Straße von einer im Fahrzeug vorgesehenen Erkennungsvorrichtung und einer in einem externen Überwachungssystem vorgesehenen Überwachungsvorrichtung erfasst. Bei der Erkennungsvorrichtung und der Überwachungsvorrichtung handelt es sich jeweils um eine Kamera zum Abbilden der Bedingungen in der Umgebung, ein Radar zum Erkennen von Hindernissen in der Umgebung oder ähnliches. Mit diesen beiden Vorrichtungen werden Hindernisse in der Umgebung der Fahrstraße erkannt. Anschließend wird die Route für das autonome Fahren dahingehend überprüft, ob das Fahrzeug mit dem Hindernis kollidiert oder sich diesem nähert oder nicht. Wenn eine Unregelmäßigkeit des Fahrzeugs von einer Erkennungseinheit zum Erkennen einer Unregelmäßigkeit des Fahrzeugs erkannt wird, wird, um zu verhindern, dass das Fahrzeug mit den Hindernissen um die Fahrstraße herum in Kontakt kommt, eine Route für das autonome Fahren von der Außenseite

des Fahrzeugs bestimmt und eine Beschleunigungs-/Verzögerungsanweisung an dieses Fahrzeug gegeben.

[0010] Im Patentdokument 1 wird jedoch nicht beschrieben, wie ein autonom fahrendes Fahrzeug, das in eine Kreuzung einfährt, bei Auftreten einer Unregelmäßigkeit vorrangig aus der Kreuzung flieht. Ferner wird nicht erwähnt, wie ein Rettungsweg ausgewählt wird, indem mehrere Rettungswege im Hinblick auf ihr Kollisionsvermeidungsniveau miteinander verglichen werden. Nach der in Patentschrift 1 beschriebenen Technik ist beim Auftreten einer Unregelmäßigkeit des Fahrzeugs innerhalb einer Kreuzung eine solche Situation denkbar, in der das Fahrzeug von außen zwangsgesteuert wird, um dadurch innerhalb der Kreuzung abzubremsen und anzuhalten. Das Anhalten des Fahrzeugs innerhalb der Kreuzung führt dazu, dass der Verkehrsfluss anderer Fahrzeuge gestört wird und das Risiko einer Kollision mit anderen Fahrzeugen steigt.

ZUSAMMENFASSUNG

[0011] Diese Offenbarung wurde gemacht, um das oben beschriebene Problem zu lösen. Ein Steuersystem für Autonom-Fahren-Integriert-Steuersystem, das, wenn eine Unregelmäßigkeit in dem Autonom-Fahrssystem auftritt, das in eine Kreuzung einfährt, aus den Kreuzung-Rettungswegen, die den unregelmäßigen Zuständen des Fahrzeugs zugehören, einen Rettungsweg auswählt, der ein hohes Kollisionsvermeidungsniveau hat, um dadurch zu bewirken, dass das Fahrzeug entlang des so ausgewählten Rettungsweges fährt, ist vorgesehen.

LÖSUNG DER AUFGABENSTELLUNG

[0012] Ein Autonom-Fahren-Integriert-Steuersystem gemäß dieser Anwendung umfasst mehrere straßenseitige Überwachungsrichtungen und eine Autonom-Fahrvorrichtung, wobei die mehreren straßenseitigen Überwachungsrichtungen jeweils Folgendes aufweisen:

einen Sensor, der ein nahegelegenes Objekt erkennt; und
einen Sender, der Blickwinkelinformationen des Sensors und Informationen über das von dem Sensor erkannte Objekt überträgt; und
die Autonom-Fahrvorrichtung mit:

eine Empfängereinheit, die die Blickwinkelinformationen und die Informationen des Objekts vom Sender jeder der straßenseitigen Überwachungsrichtungen empfängt;

eine Fahrzeug-Unregelmäßigkeitszustand-Erkennungseinheit, die einen unregelmäßigen Zustand eines Fahrzeugs erkennt;

eine Rettungsweg-Erzeugungseinheit, die für jede der straßenseitigen Überwachungsrichtungen und für jede von mehreren Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abständen einen Kreuzung-Rettungsweg zum Flüchten von einer Kreuzung bei einem Auftreten einer Unregelmäßigkeit in dem in die Kreuzung einfahrenden Fahrzeug auf der Grundlage der von den straßenseitigen Überwachungsrichtungen empfangenen Sätze von Informationen erzeugt;

eine Auswahleinheit, die die jeweiligen Kreuzung-Rettungswegen, die von der Rettungsweg-Erzeugungseinheit erzeugt wurden, miteinander in Bezug auf ihre Kollisionsvermeidungsniveaus vergleicht, die jeweils eine Wahrscheinlichkeit angeben, dass das Fahrzeug während des Fahrens auf dem Kreuzung-Rettungsweg eine Kollision mit dem Objekt vermeiden wird, um dadurch für jede der Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstände den Kreuzung-Rettungsweg mit einem höchsten Kollisionsvermeidungsniveau als einen Hoch-Niveau-Kreuzung-Rettungsweg auszuwählen;

eine Fahrbar-Abstand-Berechnungseinheit, die, wenn der Unregelmäßigkeitszustand des Fahrzeugs durch die Fahrzeug-Unregelmäßigkeitszustand-Erkennungseinheit erkannt wird, einen Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstand berechnet, der einem der Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstände zugehört und dem Unregelmäßigkeitszustand entspricht;

eine Fahrzeugsteuereinheit, die, wenn der Unregelmäßigkeitszustand des in die Kreuzung einfahrenden Fahrzeugs von der Fahrzeug-Unregelmäßigkeitszustands-Erkennungseinheit erkannt wird, ein Befehlssignal ausgibt, um zu bewirken, dass das Fahrzeug unter den Hoch-Niveau-Kreuzung-Rettungswegen, die von der Auswahleinheit ausgewählt werden, den Hoch-Niveau-Kreuzung-Rettungsweg entlangfährt, der von der Berechnungseinheit für die fahrbare Entfernung berechneten unregelmäßigen Zeitstrecke zugehört; und

eine Fahrzeugtriebseinheit, die einen Stellmotor unter Verwendung des von der Fahrzeugsteuereinheit ausgegebenen Befehlssignals aktiviert.

VORTEILHAFTE EFFEKTE

[0013] Durch das Autonom-Fahren-Integriert-Steuersystem gemäß dieser Offenbarung ist es möglich, die Kreuzung-Rettungswegen zu erzeugen, die den unregelmäßigen Zuständen des Fahrzeugs zugehören, und, wenn eine Unregelmäßigkeit in dem autonom fahrenden Fahrzeug auftritt, das in eine Kreuzung einfährt, aus diesen Rettungswegen einen Rettungsweg auszuwählen, der ein hohes Kol-

lisionsvermeidungsniveau hat, um dadurch zu bewirken, dass das Fahrzeug entlang des so ausgewählten Rettungswegs fährt. Dementsprechend wird, wenn eine Unregelmäßigkeit in dem autonom fahrenden Fahrzeug, das in eine Kreuzung einfährt, auftritt, das Fahrzeug veranlasst, das Flüchten von der Kreuzung zu priorisieren, und somit ist es möglich, das Fahrzeug daran zu hindern, den Verkehrsfluss anderer Fahrzeuge zu stören und das Risiko einer Kollision mit anderen Fahrzeugen zu erhöhen.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Fig. 1 ist eine Übersichtsdarstellung von straßenseitigen Überwachungsvorrichtungen gemäß Ausführungsform 1.

Fig. 2 ist ein vollkontinuierliches Konfigurationsdiagramm eines Autonom-Fahren-Integriert-Steuersystems gemäß Ausführungsform 1.

Fig. 3 ist ein Konfigurationsdiagramm einer Datensammelvorrichtung gemäß Ausführungsform 1.

Fig. 4 ist ein Konfigurationsdiagramm eines Edge-Servers gemäß Ausführungsform 1.

Fig. 5 ist ein Konfigurationsdiagramm einer Vorrichtung gemäß Ausführungsform 1.

Fig. 6 ist ein Hardware-Konfigurationsdiagramm einer Steuervorrichtung gemäß Ausführungsform 1.

Fig. 7 ist eine Tabelle zur Veranschaulichung einer Beziehung zwischen einem Objekt und einem Kollisionsvermeidungsniveau gemäß Ausführungsform 1.

Fig. 8 ist eine Tabelle zur Veranschaulichung einer Beziehung zwischen einer Stopp-Position und einem Kollisionsvermeidungsniveau-Zusatzpunktwert gemäß Ausführungsform 1.

Fig. 9 ist eine erste Tabelle zur Veranschaulichung einer Beziehung zwischen einem Unregelmäßigkeitszustand und einer fahrbaren Strecke gemäß Ausführungsform 1.

Fig. 10 ist eine zweite Tabelle zur Veranschaulichung des Zusammenhangs zwischen einem unregelmäßigen Zustand und einer fahrbaren Strecke gemäß Ausführungsform 1.

Fig. 11 ist ein Diagramm zur Veranschaulichung von Kreuzung-Rettungswegen gemäß Ausführungsform 1.

Fig. 12 ist ein Flussdiagramm, das die Verarbeitung durch den Edge-Server gemäß Ausführungsform 1 zeigt.

Fig. 13 ist ein Flussdiagramm, das die Verarbeitung durch die Fahrvorrichtung gemäß Ausführungsform 1 zeigt.

Fig. 14 ist ein Flussdiagramm, das die Berechnung der fahrbaren Strecke durch die Vorrichtung gemäß Ausführungsform 1 zeigt.

Fig. 15 ist ein vollkontinuierliches Konfigurationsdiagramm eines Autonom-Fahren-Integriert-Steuersystems gemäß Ausführungsform 2.

Fig. 16 ist ein Konfigurationsdiagramm eines Edge-Servers gemäß Ausführungsform 2.

Fig. 17 ist ein Konfigurationsdiagramm einer Vorrichtung zum Fahren gemäß Ausführungsform 2.

Fig. 18 ist ein erstes Flussdiagramm, das die Verarbeitung durch den Edge-Server gemäß Ausführungsform 2 zeigt.

Fig. 19 ist ein zweites Flussdiagramm, das die Verarbeitung durch den Edge-Server gemäß Ausführungsform 2 zeigt.

Fig. 20 ist ein erstes Flussdiagramm, das die Verarbeitung durch die Vorrichtung gemäß Ausführungsform 2 zeigt.

Fig. 21 ist ein zweites Flussdiagramm, das die Verarbeitung durch die Vorrichtung gemäß Ausführungsform 2 zeigt.

BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSFORMEN

1. Ausführungsform 1

<Layout von straßenseitigen Überwachungsvorrichtungen>

[0014] **Fig. 1** ist eine Layout-Ansicht von straßenseitigen Überwachungsvorrichtungen 110, 120 um eine Kreuzung gemäß Ausführungsform 1. Die straßenseitige Überwachungsvorrichtung wird auch als RSU (Road Side Unit) bezeichnet. **Fig. 1** zeigt eine beispielhafte Kreuzung, in der ein Fahrzeug 801, das in die Kreuzung einfährt und nach rechts abbiegen will, und ein Fahrzeug 811, das sich der Kreuzung von der rechten Seite des Fahrzeugs 801 nähert, dargestellt sind. Die straßenseitige Überwachungsvorrichtung 110, die sich in der Nähe der Straße befindet, verfügt über Sensoren, die Objekte in der Nähe erkennen, und ein erkennbarer Bereich der Sensoren wird durch einen Sichtwinkel 501 dargestellt. Auch die Sensoren der straßenseitigen Überwachungsvorrichtung 120, die Objekte in der Nähe erkennen, haben einen erkennbaren Bereich, der durch einen Blickwinkel 502 dargestellt wird. Die straßenseitigen Überwachungsvorrichtungen 110, 120 können nicht nur den zentralen Bereich der Kreuzung, sondern auch einen Bereich um die Kreuzung herum überwachen. Die straßenseitigen Überwachungsvorrichtungen 110, 120 sind so angeordnet, dass der tote Bereich um die Kreuzung herum minimiert wird.

[0015] In **Fig. 1** sind die straßenseitigen Überwachungsrichtungen 110, 120 diagonal zueinander angeordnet, so dass sich ihre Sichtfelder in Richtung der Kreuzung erstrecken und jede von ihnen eine Position, eine Geschwindigkeit, eine Bewegungsrichtung, eine Größe, eine Form und einen Typ usw. eines Fußgängers, eines vierrädrigen Fahrzeugs, eines stationären Hindernisses und dergleichen innerhalb des Sichtfelds erkennt. Obwohl sich in **Fig. 1** zwei straßenseitige Überwachungsrichtungen 110, 120 befinden, können drei oder mehr straßenseitige Überwachungsrichtungen um die Kreuzung herum angeordnet werden, um den Überwachungsbereich zu vergrößern und die Redundanz der straßenseitigen Überwachungsrichtungen sicherzustellen.

[0016] Auf einer Seite der Straße, die die Kreuzung in **Fig. 1** bildet, wird ein Haltebereich 510 eingerichtet, in dem Fahrzeuge anhalten dürfen. Der Haltebereich ist ein Abschnitt, in dem das Halten von Fahrzeugen erlaubt ist, beispielsweise eine Anhaltespur, eine zeitlich begrenzte Parkzone oder ein Straßenrandstreifen, oder ein Abschnitt, in dem Fahrzeuge im Notfall anhalten dürfen, beispielsweise ein Haltebereich vor einer Bushaltestelle, ein Seitenstreifen oder ähnliches. Park-/Haltestreifen am Straßenrand oder ein Fußgängerstreifen, die nach der Straßenverkehrsordnung definiert sind, können ausgeschlossen werden.

<Konfiguration des Autonom-Fahren-Integriert-Steuersystems>

[0017] **Fig. 2** ist ein vollkontinuierliches Konfigurationsdiagramm eines Autonom-Fahren-Integriert-Steuersystems 1 gemäß Ausführungsform 1. Das Fahrzeug 801, für das das Autonom-Fahren-Integriert-Steuersystem 1 eingesetzt wird, führt autonomes Fahren unter Verwendung einer Steuervorrichtung 300 aus, die mit einem Edge-Server 200 kommuniziert, der Informationen von den straßenseitigen Überwachungsrichtungen 110, 120, die außerhalb des Fahrzeugs angeordnet sind, erhalten hat. Wie in **Fig. 1** dargestellt, kommt das Fahrzeug im Falle einer Kreuzung ohne Ampel, aber mit einer temporären Stoppanzeige, an einer Haltelinie vor der Kreuzung zum Stehen. Wenn keine Unregelmäßigkeit im Fahrzeug auftritt, bestimmt die Vorrichtung 300 auf der Grundlage der vom Edge-Server 200 eingegebenen Informationen, ob das Fahrzeug an der Kreuzung nach rechts abbiegen kann oder nicht, und dann beginnt das Fahrzeug, nach rechts abzubiegen.

[0018] Die Fahrvorrichtung 300 hat zuvor bestätigt, dass das Fahrzeug während des Rechtsabbiegens nicht mit einem anderen Objekt kollidieren wird, und daher wird beurteilt, dass das Fahrzeug während der Rechtsabbiegebewegung nicht mit dem entgegen-

kommenden Fahrzeug 811 kollidiert. Ob die Rechtsabbiegebewegung erlaubt ist oder nicht, wird zu einem Zeitpunkt beurteilt, zu dem das Fahrzeug über die Haltelinie (oder eine virtuelle Kreuzungseingangslinie, wenn es keine Haltelinie gibt) fährt, und nachdem es über die Haltelinie (oder die virtuelle Kreuzungseingangslinie) gefahren ist, fährt das Fahrzeug 801 autonom entlang einer Zielroute, um die Kreuzung zu durchfahren.

[0019] Das Autonom-Fahren-Integriert-Steuersystem 1 ist konfiguriert mit: einer Datensammelvorrichtung 100 mit mehreren straßenseitigen Überwachungsrichtungen wie beispielsweise den straßenseitigen Überwachungsrichtungen 110, 120; dem Edge-Server 200; und der im Fahrzeug 801 installierten Fahrvorrichtung 300. Das autonome Fahren des Fahrzeugs 801 kann nicht nur durch die Erkennung seiner äußeren Umgebung unter Verwendung eines Objektsensors 303 erreicht werden, der in der im Fahrzeug 801 installierten Vorrichtung 300 umfasst ist, sondern auch durch die Erkennung einer Umgebung um die Straße und die Kreuzung unter Verwendung von Sensoren, über die die straßenseitigen Überwachungsrichtungen 110, 120 verfügen. Der Edge-Server 200 und die Fahrvorrichtung 300 bilden eine Autonom-Fahrvorrichtung 901, die mit der Datensammelvorrichtung 100 als externer Vorrichtung vorgesehen ist.

<Datensammelvorrichtung und straßenseitige Überwachungsrichtung>

[0020] **Fig. 3** ist ein Konfigurationsdiagramm der Datensammelvorrichtung 100 gemäß Ausführungsform 1. Die Datensammelvorrichtung 100 ist mit mehreren straßenseitigen Überwachungsrichtungen konfiguriert, die die straßenseitigen Überwachungsrichtungen 110, 120 umfassen. Die mehreren straßenseitigen Überwachungsrichtungen können gemeinsam am selben Ort angeordnet sein, um die Überwachung in alle Richtungen um sie herum in einer gemeinsamen Weise durchzuführen. Stattdessen können, wie in **Fig. 1** gezeigt, die mehreren straßenseitigen Überwachungsrichtungen voneinander getrennt angeordnet sein, um die Kreuzung aus verschiedenen Richtungen zu überwachen.

[0021] Im Folgenden wird zwar die straßenseitige Überwachungsrichtung 110 beschrieben, aber das Gleiche gilt für die straßenseitige Überwachungsrichtung 120 und so weiter.

Die straßenseitige Überwachungsrichtung 110 verfügt über Sensoren, die innerhalb des vorgegebenen Blickwinkels 501 eine äußere Umgebung erkennen, um so Objekte im Umfeld der Kreuzung und der Straße zu erkennen. Als zu erkennende Objekte können ein vierrädriges Fahrzeug, ein zweirädriges Fahrzeug, ein Fußgänger, ein Tier und ein anderes

sich bewegendes Objekt sowie ein umgefallenes Objekt, ein Zeichen und ein anderes stationäres Objekt usw. angenommen werden. Ein Bildsensor 112, ein Funksensor 113 und ein optischer Sensor 114 sind als die Sensoren umfasst, die die äußere Umgebung erkennen.

[0022] Wie bei einer Überwachungskamera nimmt der Bildsensor 112 ein Objekt auf und berechnet dann aus den innerhalb des vorgegebenen Blickwinkels aufgenommenen Bilddaten einen Abstand zu diesem Objekt. Aus den Bilddaten kann eine Größe, eine Bewegungsrichtung, eine Bewegungsgeschwindigkeit, eine Zuordnung oder ähnliches des Objekts erfasst werden. Als Bildsensor 112 kann eine Kamera für sichtbares Licht, eine Infrarotkamera oder ähnliches verwendet werden.

[0023] Als Funksensor 113 kann ein Millimeterwellen-Radargerät (MMWR) verwendet werden, das einen Frequenzbereich von 24 bis 79 GHz oder ähnliches verwendet werden. Mit dem Funksensor 113 kann die Position des Objekts erkannt werden und mit Hilfe eines Dopplereffekts auch die Bewegungsgeschwindigkeit des Objekts.

[0024] Als optischer Sensor 114 kann ein Laserradar, ein LiDAR (Light-Detection-and-Ranging) oder ähnliches verwendet werden. Es ist möglich, die Position und die Form des Objekts zu erkennen, indem Laserlicht innerhalb eines festen Sichtfeldes abgestrahlt wird, um dadurch Punktgruppendaten zu erkennen, die aufgrund der Reflexion des Laserlichts am Objekt gewonnen werden.

[0025] Eine Berechnungseinheit 117 für Sensorinformationen empfängt Informationen des Bildsensors 112, des Funksensors 113 und des optischen Sensors 114 als Sensoren, die die äußere Umgebung erkennen. In der Berechnungseinheit 117 für die Sensorinformationen kann eine Sensorfusions-technik verwendet werden, bei der ein Objekt unter Verwendung dieser Informationen in Kombination erkannt wird. Durch die Kombination dieser verschiedenen Arten von Sensorinformationen ist es möglich, Rauschinformationen zu entfernen, um so die Entfernungsmessung, die Geschwindigkeitserfassung und die attributive Identifizierung eines Objekts mit hoher Zuverlässigkeit durchzuführen. Ferner kann ein Hindernis auf der Grundlage eines verstärkenden Lernens, beispielsweise des Deep Learning, identifiziert werden.

[0026] Diese Informationen können alle von der Sensorinformations-Berechnungseinheit 117 verarbeitet werden; die Informationsverarbeitung kann jedoch in jedem dieser Sensoren in der Weise durchgeführt werden, dass die Daten, die von diesen verschiedenen Sensoren erfasst werden, dort so verar-

beitet werden, dass nur Informationen über eine Position, eine äußere Form, eine Geschwindigkeit und eine Attribution über das identifizierte Objekt an die Sensorinformations-Berechnungseinheit 117 übertragen werden. Dadurch ist es möglich, die Verarbeitung der Sensorinformationen dezentral durchzuführen, so dass eine allein von der Sensorinformations-Berechnungseinheit 117 zu verarbeitende Informationsmenge reduziert werden kann.

[0027] Ferner kann die straßenseitige Überwachungsvorrichtung 110 zwar den gesamten Bildsensor 112, den Funksensor 113 und den optischen Sensor 114 verwenden, aber auch nur einen Abschnitt dieser Sensoren. Ferner kann zur Erkennung der äußeren Umgebung ein weiterer Sensor, beispielsweise ein Ultraschallsensor oder ähnliches, verwendet werden. Darüber hinaus kann ein weiterer Sensor, der als seine Sensorinformationen Informationen bezüglich eines Verkehrsflusses oder einer Wetterbedingung vorsieht, in Kombination verwendet werden.

[0028] Unter Verwendung der Berechnungseinheit für Sensorinformationen 117 führt die straßenseitige Überwachungsvorrichtung 110 auch die Überwachung eines unregelmäßigen Zustands jedes der Sensoren durch. Wenn eine Störung, eine Unregelmäßigkeit in der Stromversorgung oder ähnliches im Bildsensor 112, dem Funksensor 113 und dem optischen Sensor 114 auftritt, wird dies von der Berechnungseinheit 117 für Sensorinformationen erkannt.

[0029] Basierend auf den von den verschiedenen Sensoren empfangenen Informationen überträgt die Sensorinformations-Berechnungseinheit 117 Objektinformationen wie beispielsweise eine Position, eine Geschwindigkeit, eine äußere Form, eine Zuordnung usw. des Objekts und die Blickwinkelinformationen der Sensoren über ein Kommunikationsmodul 118 an den Edge-Server 200. Darüber hinaus überträgt die Berechnungseinheit 117 für Sensorinformationen auch Informationen, die einen unregelmäßigen Zustand des Sensors betreffen, über das Kommunikationsmodul 118 an den Edge-Server 200.

<Edge-Server>

[0030] In Übereinstimmung mit den aktuellen Fortschritten der Kommunikationstechnologie und der Verarbeitungstechnologie, wie sie durch 5G und LTE (Long Term Evolution) repräsentiert werden, beginnen solche Techniken des Mobile Edge Computing (MEC) und des Multi Access Edge Computing (MAEC), bei denen Informationen nicht von einem Endgerät selbst verarbeitet werden, sondern von einem Server, der außerhalb und in der Nähe des Endgeräts platziert ist, genutzt zu werden. Im Hinblick auf die Praxis eines autonom fahrenden Fahrzeugs wurde bisher vorgeschlagen, die Umgebung

des Fahrzeugs auf der Grundlage der Informationen der fahrzeugseitigen Sensoren zu erkennen und einen Träger für die Verarbeitung durch einen großen Remote-Server in einer Cloud zu erhalten. Es wird jedoch jetzt erkannt, dass eine große Menge an Informationen durch die Verwendung eines Edge-Servers verarbeitet wird, der an einem Ort in der Nähe des Fahrzeugs bereitgestellt wird, um dadurch Informationen sofort mit dem Fahrzeug zu teilen. Es ist zu beachten, dass der Edge-Server in jedem der Endgeräte selbst in einer verteilten Weise ausgestattet sein kann.

[0031] Fig. 4 ist ein Konfigurationsdiagramm des Edge-Servers 200 gemäß Ausführungsform 1. Der Edge-Server 200 stellt über ein Kommunikationsmodul 201 eine Hochgeschwindigkeitskommunikation mit der Datensammelvorrichtung 100 und den straßenseitigen Überwachungsrichtungen 110, 120 usw. her, die die Datensammelvorrichtung 100 bilden, um so die Informationen auszutauschen. Der Edge-Server 200 ist ein Server, der an einem Ort in der Nähe des Endgeräts (in diesem Fall die im Fahrzeug 801 installierte Vorrichtung 300) vorgesehen ist und dazu dient, eine geringe Verzögerung zu erreichen, und der an jeder Kreuzung vorgesehen sein kann.

[0032] Das Kommunikationsmodul 201 des Edge-Servers 200 empfängt als straßenseitige Überwachungsinformationen IRSU die Objektinformationen und die Blickwinkelinformationen der Sensoren von jeder der straßenseitigen Überwachungsrichtungen und überträgt dann die straßenseitigen Überwachungsinformationen an eine Kartenerzeugungseinheit 202. Ferner empfängt das Kommunikationsmodul 201 die Informationen, die sich auf einen unregelmäßigen Zustand des Sensors beziehen, von jeder der straßenseitigen Überwachungsrichtungen und überträgt dann diese Informationen zusammen mit Informationen über eine Unregelmäßigkeit in der Kommunikation (Unterbrechung der Kommunikation oder dergleichen) mit der straßenseitigen Überwachungsrichtung als Unregelmäßigkeitsinformationen FRSU an eine Auswahleinheit 206 und ein Kommunikationsmodul 207. Das Kommunikationsmodul 207 ist ein Modul zur Herstellung der Kommunikation mit einem Kommunikationsmodul 302 der im Fahrzeug 801 installierten Vorrichtung 300. Das Kommunikationsmodul 201 und das Kommunikationsmodul 207 können zu einem einzigen Modul zusammengefasst werden.

[0033] Die Kartengenerierungseinheit 202 des Edge-Servers 200 überlagert die straßenseitigen Überwachungsinformationen IRSU aller straßenseitigen Überwachungsrichtungen mit den Karteninformationen 208, um so verbindliche Karteninformationen IOBM zu erzeugen. Ferner überträgt die Kartenerzeugungseinheit 202 erste verbindliche Kar-

teninformationen IOBM1, die sich aus der Überlagerung der straßenseitigen Überwachungsinformationen gemäß der straßenseitigen Überwachungsrichtung 110 mit den Karteninformationen 208 ergeben, an eine erste Rettungsweg-Erzeugungseinheit 204. Auf der Grundlage der ersten verbindlichen Karteninformation IOBM1 und der Positionsinformation des Fahrzeugs 801 erzeugt die erste Rettungsweg-Erzeugungseinheit 204 mehrere Rettungswege von der Kreuzung für jeweilige Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstände. Die erste Rettungsweg-Erzeugungseinheit 204 überträgt solche ersten Rettungswege (RESC1) auf der Grundlage der straßenseitig überwachten Informationen gemäß der straßenseitigen Überwachungsrichtung 110 an die Auswahleinheit 206. Dabei sollen die Rettungswege von der Kreuzung innerhalb des Sichtwinkels 501 der Sensoren in der straßenseitigen Überwachungsrichtung 110 erzeugt werden, so dass ein vom Sichtwinkel 501 der Sensoren abweichender Weg ausgeschlossen ist.

[0034] Die Kartenerzeugungseinheit 202 überträgt zweite verbindliche Karteninformationen IOBM2, die sich aus der Überlagerung der straßenseitigen Überwachungsinformationen gemäß der straßenseitigen Überwachungsrichtung 120 mit den Karteninformationen 208 ergeben, an eine zweite Rettungsweg-Erzeugungseinheit 205. Auf der Grundlage der zweiten verbindlichen Karteninformation IOBM2 und der Positionsinformation des Fahrzeugs 801 erzeugt die zweite Rettungsweg-Erzeugungseinheit 205 mehrere Rettungswege von der Kreuzung für jeweilige Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstände. Die zweite Rettungsweg-Erzeugungseinheit 205 überträgt solche zweiten Rettungswege (RESC2) auf der Grundlage der straßenseitig überwachten Informationen gemäß der straßenseitigen Überwachungsrichtung 120 an die Auswahleinheit 206. Dabei sollen die Rettungswege von der Kreuzung innerhalb des Sichtwinkels 502 der Sensoren in der straßenseitigen Überwachungsrichtung 120 erzeugt werden, so dass ein vom Sichtwinkel 502 der Sensoren abweichender Weg ausgeschlossen ist.

[0035] In der Auswahleinheit 206 des Edge-Servers 200 werden die von der ersten Rettungsweg-Erzeugungseinheit 204 und der zweiten Rettungsweg-Erzeugungseinheit 205 erzeugten Kreuzung-Rettungswege für die jeweiligen straßenseitigen Überwachungsrichtungen und die jeweiligen Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstände miteinander verglichen, miteinander in Bezug auf ihre Kollisionsvermeidungsniveaus verglichen werden, die jeweils eine Wahrscheinlichkeit angeben, dass das Fahrzeug während des Fahrens auf dem Kreuzung-Rettungsweg eine Kollision mit einem Objekt vermeiden wird, um dadurch den Kreuzung-Rettungsweg mit einem höchsten Kollisionsvermeidungsniveau als

Hoch-Niveau-Kreuzung-Rettungsweg RESCB für jede der fahrzeugseitigen Unregelmäßigkeitsstrecken auszuwählen. In **Fig. 4** werden die Kreuzung-Rettungswege, die auf der Grundlage der straßenseitigen Überwachungsdaten gemäß zwei straßenseitigen Überwachungsanlagen 110, 120 erzeugt wurden, zur Auswahl verglichen; die Anzahl der zu vergleichenden Kreuzung-Rettungswege nimmt jedoch mit der Anzahl der straßenseitigen Überwachungsanlagen zu.

[0036] Details des Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstands und des Kollisionsvermeidungsniveaus werden später anhand von **Fig. 7** bis **Fig. 10** beschrieben. In **Fig. 7** werden die Kollisionsvermeidungsniveaus separat in vier Stufen eingestellt, und in **Fig. 8** wird ein zum Kollisionsvermeidungsniveau zu addierender Wert auf +1 bis +3 eingestellt. In den **Fig. 9** und **10** werden als Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstände drei Arten von Abständen bzw. vier Arten von Abständen in Abhängigkeit von einem Unregelmäßigkeitszustand des Fahrzeugs bestimmt. Im Edge-Server 200 werden vorab Kreuzung-Rettungswege für die jeweiligen Entfernungen der verschiedenen Entfernungsarten erzeugt. Wenn Kreuzung-Rettungswege auf diese Weise im Voraus erzeugt und in einer ausgewählten Weise gespeichert werden, ist es möglich, den Kreuzung-Rettungsweg sofort einzusetzen, wenn eine Unregelmäßigkeit im Fahrzeug auftritt.

[0037] Die Hoch-Niveau-Kreuzung-Rettungswege RESCB, die für die jeweiligen der mehreren Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstände ausgewählt wurden, werden von der Auswahlinheit 206 über das Kommunikationsmodul 207 an die Vorrichtung 300 übertragen. Bei dieser Gelegenheit werden die Informationen über Unregelmäßigkeiten FRSU, die jede der straßenseitigen Überwachungsanlagen betreffen, ebenfalls über das Kommunikationsmodul 207 an die Fahrvorrichtung 300 übertragen.

[0038] Der Edge-Server 200 speichert für jede der straßenseitigen Überwachungsanlagen die verbindlichen Karteninformationen, die sich aus der Überlagerung der von der straßenseitigen Überwachungsanlage empfangenen straßenseitigen Überwachungsdaten mit den Karteninformationen ergeben, und erzeugt die Rettungswege für jede der straßenseitigen Überwachungsanlagen. So ist es möglich, bei Auftreten einer Unregelmäßigkeit in den einzelnen straßenseitigen Überwachungsanlagen den Einfluss der straßenseitigen Überwachungsanlage sofort zu beseitigen. Dann ist es möglich, aus den Rettungswegen, die auf den straßenseitig überwachten Informationen der nicht anormalen straßenseitigen Überwachungsanlagen basieren, den Kreuzung-Rettungsweg RESCB auszuwählen, der das höchste

Kollisionsvermeidungsniveau aufweist, und zwar für jede der Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstände.

[0039] Bei der Beschreibung wurde davon ausgegangen, dass der Edge-Server 200 für jede der straßenseitigen Überwachungsanlagen die verbindlichen Karteninformationen speichert, die sich aus der Überlagerung der von der straßenseitigen Überwachungsanlage empfangenen straßenseitigen Überwachungsdaten mit den Karteninformationen ergeben. Bei einer großen Anzahl von straßenseitigen Überwachungsanlagen ist es jedoch zulässig, Gruppen von mehreren straßenseitigen Überwachungsanlagen zu bilden und die verbindlichen Karteninformationen für jede der Gruppen von straßenseitigen Überwachungsanlagen vorzubereiten und zu speichern.

[0040] In Bezug auf die Geschwindigkeit und Kapazität der Informationsverarbeitung ist der Edge-Server 200 nicht so eingeschränkt wie die fahrzeugseitige Vorrichtung 300. Der Edge-Server 200 kann viele Kreuzung-Rettungswege erzeugen und sie zur Auswahl vergleichen, während er eine große Menge an Informationen auf der Grundlage der von den mehreren straßenseitigen Überwachungsanlagen empfangenen straßenseitigen Überwachungsdaten verarbeitet. Dies ermöglicht die Auswahl geeigneterer Kreuzung-Rettungswege bei gleichzeitiger Entlastung der im Fahrzeug 801 installierten fahrzeugseitigen Vorrichtung 300.

<Fahrvorrichtung>

[0041] **Fig. 5** ist ein Konfigurationsdiagramm der Antriebsvorrichtung 300 gemäß Ausführungsform 1. In der in dem Fahrzeug 801 installierten Fahrvorrichtung 300 sind eine Host-Fahrzeug-Positionserkennungseinheit 301, die die Position des Fahrzeugs erkennt, ein Kommunikationsmodul 302, das Informationen an den/von dem Edge-Server 200 sendet/empfängt, und der Objekt-Erkennungssensor 303, der eine Position, eine Geschwindigkeit und einen Typ eines Objekts um das Fahrzeug herum erkennt, vorgesehen.

[0042] Eine Fahrsteuervorrichtung 320, die als ihre Eingänge Signale von der Host-Fahrzeug-Positionserkennungseinheit 301, dem Kommunikationsmodul 302 und dem Objektsensor 303 verwendet, aktiviert mittels einer Fahrzeugsteuereinheit 312 eine Seitenrichtungs-Betriebseinheit 313, eine Vorder-Rückrichtungs-Betriebseinheit 314 und eine Vorder-Rückrichtungs-Bremseinheit 315. Dadurch fährt das Fahrzeug 801 selbstkontinuierlich. Die Querrichtungs-Betriebseinheit 313, die Vorder-Rückrichtungs-Betriebseinheit 314 und die Vorder-Rückrichtungs-Bremseinheit 315 werden zusammen als Fahrzeug-Betriebseinheit 317 bezeichnet.

[0043] Die Host-Fahrzeug-Positions-Erkennungseinheit 301 kann eine Host-Fahrzeug-Position berechnen, indem sie verwendet: Positionsinformationen von einem GNSS (Global-Navigation-Satellite-System), das die Host-Fahrzeug-Position erkennt; einen Fahrbar-Abstand-Erkennungssensor, der die Radumdrehungszahl des Fahrzeugs 801 erkennt; einen Gyrosensor, der die Beschleunigung, die Geschwindigkeit, die Winkelbeschleunigung und die Winkelgeschwindigkeit des Fahrzeugs 801 erkennt; und dergleichen. Es ist zu beachten, dass die Genauigkeit der durch den Board-Fahrzeug-Sensor erkannten Position des Host-Fahrzeugs auch durch den Luftdruck des Reifens beeinflusst werden kann. Daher kann das Fahrzeug 801 mit einem Board-Fahrzeug-Sensor für den Reifenluftdruck vorgesehen sein. Der Objektsensor 303 kann ein Sensor sein, der derselbe ist wie einer der in der straßenseitigen Überwachungsvorrichtung 110 umfassten Sensoren, nämlich der Bildsensor 112, der Funksensor 113, der optische Sensor 114 und dergleichen, oder er kann ein kombinierter Sensor aus allen diesen Sensoren sein.

[0044] Unter Verwendung einer Fahrzeug-Unregelmäßigkeitszustand-Erkennungseinheit 305 erkennt die Fahrsteuereinheit 320 eine Unregelmäßigkeit des Objektsensors 303, der Board-Fahrzeug-Position-Erkennungseinheit 301 oder dergleichen. Ferner kann die Steuereinheit 320 eine Unregelmäßigkeit des Kommunikationsmoduls 302 erkennen und auch einen unregelmäßigen Zustand der straßenseitigen Überwachungsvorrichtung 110, 120 durch Kommunikation mit dem Edge-Server 200 über das Kommunikationsmodul 302 erkennen.

[0045] Die Steuereinheit 320 umfasst eine Karteninformation-Integrationseinheit 304. Die Karteninformations-Integrationseinheit 304 empfängt Host-Fahrzeug-Positionsinformationen IS, die von der Board-Fahrzeug-Position-Erkennungseinheit 301 ausgegeben werden, und Objekt-Sensor-Informationen IO, die von dem Objekt-Sensor 303 ausgegeben werden. Zusätzlich empfängt die Karteninformations-Integrationseinheit 304 die verbindlichen Karteninformationen IOBM, die das Kommunikationsmodul 302 von dem Edge-Server 200 empfangen hat, und die Hoch-Niveau-Kreuzung-Rettungswege RESCB für die jeweiligen der mehreren Arten von Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abständen.

[0046] Die Karteninformations-Integrationseinheit 304 verwendet als ihre Eingaben diese Sätze von Informationen und integriert die Informationen der von der Datensammelvorrichtung 100 und der Fahrvorrichtung 300 erkannten Objekte, um dadurch eine integrierte Karte 316 zu aktualisieren. Die Karteninformations-Integrationseinheit 304 überträgt die so aktualisierte integrierte Karte 316 an eine Fahrrou-tenänderungseinheit 307.

<Normalzeit-Zielroutenberechnungseinheit>

[0047] Eine Berechnungseinheit 308 in der Fahrrou-tenänderungseinheit 307 berechnet auf der Basis der aktualisierten integrierten Karte 316 eine Normalzeit-Zielroute. Da das Fahrzeug 801 bereits geplant ist, an der Kreuzung nach rechts abzubiegen, wird die Zielroute, die keine Kollision mit einem Hindernis verursachen wird, auf der Grundlage der integrierten Karte 316 erzeugt und an eine sekundäre Auswahleinheit 311 übertragen.

[0048] Wenn die von der Berechnungseinheit 308 berechnete Normalzeit-Zielroute als korrekt bestätigt wird, wählt die sekundäre Auswahleinheit 311 die Normalzeit-Zielroute als Zielroute zur Verwendung aus. Hier kann die Zielroute durch Vektoren dargestellt werden, die einen Parameter der Position des Host-Fahrzeugs, der Geschwindigkeit des Host-Fahrzeugs, der Beschleunigung des Host-Fahrzeugs, des Rucks des Host-Fahrzeugs usw. umfassen. Um das Fahrzeug 801 zu veranlassen, entlang der Zielroute zu fahren, werden auf der Grundlage eines Bewegungsmodells dieses Fahrzeugs ein Betriebszielbetrag in seitlicher Richtung, ein Betriebszielbetrag in vorderer und hinterer Richtung und ein Bremszielbetrag in vorderer und hinterer Richtung berechnet. Dann werden entsprechende Betriebsbefehlssignale von der Fahrzeugsteuereinheit 312 an die Querrichtungs-Betriebseinheit 313, die Front-Rückrichtungs-Betriebseinheit 314 und die Front-Rückrichtungs-Bremseinheit 315 der Fahrzeugbetriebseinheit 317 ausgegeben.

[0049] Als Zielbetrag für den Betrieb in Querrichtung kann die Fahrzeugsteuereinheit 312 einen Ziel-Lenk- winkel, eine Ziel-Lenk- Winkelgeschwindigkeit, ein Ziel-Lenk- Drehmoment oder ähnliches bestimmen, um dadurch eine Rückkopplungssteuerung, eine Vorwärtssteuerung oder eine kombinierte Steuerung davon durchzuführen, um den Betriebszielbetrag zu verfolgen. Die Querrichtungs-Betriebseinheit 313 arbeitet entsprechend dem von der Fahrzeugsteuereinheit 312 ausgegebenen Betriebszielbetrag. Die Querrichtungsbedienungseinheit 313 umfasst eine elektrische Servolenkungs- vorrichtung mit einem Lenkwinkelsensor und eine elektrische Steuereinheit, die die Drehung der elektrischen Servolenkungs- vorrichtung steuert, in dem Fahrzeug. Dadurch ist es möglich, eine Konfiguration zu erreichen, die eine Nachlaufsteuerung in Richtung des Ziellenkwinkels, der Ziellenkwinkelgeschwindigkeit oder eines Differenzwertes davon durchführt.

[0050] Die Fahrzeugsteuereinheit 312 kann als Soll-Betriebsgröße für die vordere Rückwärtsrichtung eine Soll-Fahrzeuggeschwindigkeit, eine Soll-Beschleunigung, einen Soll-Ruck oder ein Soll-Antriebsdrehmoment oder ähnliches bestimmen, um dadurch eine Rückkopplungssteuerung, eine

Vorwärtssteuerung oder eine Kombinationssteuerung davon durchzuführen, um die Soll-Betriebsgröße zu verfolgen. Die Vorderseiten-Rückseiten-Betriebseinheit 314 arbeitet entsprechend dem von der Fahrzeugsteuereinheit 312 ausgegebenen Vorderseiten-Rückseiten-Betriebszielbetrag. Die Betriebseinheit 314 für die vordere und hintere Fahrtrichtung umfasst einen Elektromotor für den Antrieb, der mit einem Rotationssensor versehen ist, und einen Wechselrichter, der die Rotation des Elektromotors für den Antrieb steuert, in der Vorrichtung 300. Dadurch ist es möglich, eine Konfiguration zu erreichen, die eine Nachlaufsteuerung in Richtung des Ziellängsabstands, der Zielfahrzeuggeschwindigkeit oder eines Differenzwerts davon durchführt.

[0051] Die Fahrzeugsteuereinheit 312 kann als Bremszielwert für die vordere Rückwärtsrichtung einen Bremsdruck bestimmen, um dadurch eine Rückkopplungssteuerung, eine Vorwärtssteuerung oder eine kombinierte Steuerung davon durchzuführen, um den Bremszielwert zu verfolgen. Die Bremsereinheit 315 arbeitet entsprechend dem von der Fahrzeugsteuereinheit 312 ausgegebenen Bremszielwert für die vordere Rückwärtsrichtung. Die Vorderrad-Rückwärts-Bremseinheit 315 umfasst eine hydraulische Bremse und eine Steuereinheit, die den Druck der hydraulischen Bremse steuert, im Fahrzeug. Dadurch kann eine Konfiguration erreicht werden, die den Bremsdruck so steuert, dass die Verzögerung des Fahrzeugs der Zielverzögerung folgt.

<Fahrzeugseitige-Rettungsweg-Erzeugungseinheit>

[0052] Die Fahreinrichtung 300, auch wenn ihre Kommunikation mit der straßenseitigen Überwachungsvorrichtung 110, 120 oder dem Edge-Server 200 unterbrochen ist, priorisiert das Flüchten von der Kreuzung, wenn ein fahrzeugseitiger Unregelmäßigkeitszustand erkannt wird. Zu diesem Zweck erzeugt eine fahrzeugseitige Rettungsweg-Erzeugungseinheit 309 in der Fahrtroutenänderungseinheit 307 einen Kreuzung-Rettungsweg auf der Basis der integrierten Karte 316.

[0053] Um die Belastung der Vorrichtung nicht zu sehr zu erhöhen, kann hierbei nur der Rettungsweg erzeugt werden, der einem Unregelmäßigkeits-Niveau 3 und einem Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstand L1 (15 m) zugehört. Da die zu fahrende Strecke kurz ist, kann die Berechnung des Rettungswegs zeitnah erfolgen und der Kreuzung-Rettungsweg kann nicht durch Kommunikation mit dem Edge-Server erzeugt werden. Weiterhin ist es erlaubt, einen vorgegebenen Fahrzeugseite-Rettungsweg-Erzeugungsabstand einzustellen und den Kreuzung-Rettungsweg in Bezug auf den Fahrzeugseite-Rettungsweg-Erzeugungsabstand zu erzeugen.

<Speichereinheit für Rettungswege auf hohem Niveau>

[0054] Die Fahrtroutenänderungseinheit 307 speichert in einer Hoch-Niveau-Kreuzung-Rettungsweg-Speichereinheit 310 die Hoch-Niveau-Kreuzung-Rettungsweg-RESCB, die von dem Edge-Server 200 übertragen wurden. Dann wird die Routenauswahl durch die sekundäre Auswahlereinheit 311 auf der Grundlage des von der Fahrzeug-Unregelmäßigkeitszustand-Erkennungseinheit 305 erkannten Fahrzeug-Unregelmäßigkeitszustands und der dem Fahrzeug-Unregelmäßigkeitszustand zugehörigen Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstand vorgenommen.

[0055] Wenn keine Unregelmäßigkeit des Fahrzeugs vorliegt, wird die Normalzeit-Zielroute ausgewählt. Wenn das Niveau der Unregelmäßigkeit 3 ist und der Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstand L1 (15 m) beträgt, wird der von der Fahrzeugseite-Rettungsweg-Erzeugungseinheit 309 erzeugte Rettungsweg ausgewählt.

[0056] Wenn das Niveau der Unregelmäßigkeit 1 oder 2 ist und der Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstand L3, L2,5 oder L2 (100 m, 50 m oder 30 m) beträgt, wird der Hoch-Niveau-Kreuzung-Rettungsweg RESCB ausgewählt, der vom Edge-Server 200 übertragen wird. Da es ausreicht, die Hoch-Niveau-Kreuzung-Rettungsweg-RESCB, die bereits im Edge-Server 200 erzeugt und ausgewählt wurden, zu verwenden, wird die Belastung der Vorrichtung 300 nicht groß. Da die Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstände L3, L2.5 und L2 (100 m, 50 m und 30 m) relativ lang sind, ist eine Vielzahl von Generierungsmustern für die Kreuzung-Rettungsweg vorgesehen. Es ist daher sinnvoll, dass die Erzeugung und Auswahl der Hoch-Niveau-Kreuzung-Rettungsweg durch den Edge-Server 200 erfolgt, auch weil dies zu einer Lastverteilung führt.

[0057] Im Vergleich zu den von der Fahrvorrichtung 300 berechneten Kreuzung-Rettungswegen streuen die vom Edge-Server 200 berechneten Fahrwege weiter. Dadurch ist es möglich, eine Ziel-Halteposition an einem geeigneteren Punkt in den Routen zum Flüchten aus der Kreuzung zu setzen. Des Weiteren kann ein anderes Fahrzeug während desfahrens entlang einer Zielroute ebenfalls von der straßenseitigen Überwachungsvorrichtung überwacht werden. Dadurch ergibt sich der Vorteil, dass das Fahrzeug 801 an eine insgesamt wesentlich geeignete Stelle bewegt werden kann.

[0058] Selbst wenn das Niveau der Unregelmäßigkeit 3 ist und der Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstand L1 (15 m) beträgt, kann der Hoch-Niveau-Kreuzung-Rettungsweg RESCB verwendet werden, der bereits vom Edge-Server 200 erzeugt und ausge-

wählt wurde. Der von der Fahrzeugseite-Rettungsweg-Erzeugungseinheit 309 erzeugte Rettungsweg kann nur verwendet werden, wenn die Kommunikation mit den straßenseitigen Überwachungsvorrichtungen 110, 120 oder dem Edge-Server 200 deaktiviert ist. Ferner ist es möglich, getrennt von der Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstand L1 den fahrzeugseitigen Rettungsweg-Erzeugungsabstand einzustellen, um so den von der fahrzeugseitigen Rettungsweg-Erzeugungseinheit 309 erzeugten Rettungsweg zu wählen, wenn der Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstand gleich oder kürzer als der fahrzeugseitige Rettungsweg-Erzeugungsabstand ist, und den Hoch-Niveau-Kreuzung-Rettungsweg RESCB zu verwenden, wenn der Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstand länger als der fahrzeugseitige Rettungsweg-Erzeugungsabstand ist. Da die Fahrzeugseite-Rettungsweg-Erzeugungseinheit 309 in der Fahrtrouten-Änderungseinheit 307 die Erzeugung des Rettungswegs nur dann durchführt, wenn der Abstand für den Rettungsweg so kurz ist, wird die Last nicht zu groß. Da außerdem ein Bereich für den Hoch-Niveau-Kreuzung-Rettungsweg RESCB, der von dem Edge-Server 200 erzeugt und ausgewählt werden soll, beliebig eingestellt werden kann, kann die Last des Edge-Servers 200 angepasst werden.

<Hardwarekonfiguration der Steuervorrichtung>

[0059] Fig. 6 ist ein Hardware-Konfigurationsdiagramm einer Steuervorrichtung. Die in Fig. 6 gezeigte Hardwarekonfiguration kann auf die Datensammelvorrichtung 100, den Edge-Server 200 (oder 600) und die Antriebsvorrichtung 300 (oder 700) angewendet werden. Außerdem kann sie einzeln auf die straßenseitigen Überwachungsvorrichtungen 110, 120 angewendet werden. Hier wird ein Fall beschrieben, in dem es stellvertretend auf die Fahrvorrichtung 300 angewendet wird. In dieser Ausführungsform ist die Fahrvorrichtung 300 eine elektronische Steuervorrichtung, die in das Fahrzeug 801 eingebaut ist, um das Fahrzeug 801 autonom fahren zu lassen. Die jeweiligen Funktionen der Antriebsvorrichtung 300 werden durch eine in der Antriebsvorrichtung 300 umfasste Verarbeitungsschaltung implementiert. Im Einzelnen umfasst die Fahrvorrichtung 300 als Verarbeitungsschaltung: eine Verarbeitungsvorrichtung 90 (Computer) wie beispielsweise eine CPU (Central Processing Unit) oder dergleichen; Speichereinrichtungen 91, die Datentransaktionen mit der Verarbeitungsvorrichtung 90 durchführen; eine Eingabeschaltung 92, die externe Signale in die Verarbeitungsvorrichtung 90 eingibt; eine Ausgabeschaltung 93, die Signale von der Verarbeitungsvorrichtung 90 extern ausgibt; und dergleichen. Die jeweiligen Teile der Hardware, wie beispielsweise die arithmetische Verarbeitungsvorrichtung 90, die Speichervorrichtungen 91, die Eingangsschaltung 92, die Ausgangsschaltung 93 und so weiter, sind über ein verdrahtetes Netzwerk, wie bei-

spielsweise einen Bus, oder ein drahtloses Netzwerk miteinander verbunden.

[0060] Die arithmetische Verarbeitungsvorrichtung 90 kann einen ASIC (Application-Specific-Integrated-Circuit), einen IC (Integrated-Circuit), einen DSP (Digital-Signal-Processor), einen GPU (Graphics-Processing-Unit), einen FPGA (Field-Programmable-Gate-Array), eine beliebige aus einer Vielzahl von Logikschaltungen, eine beliebige aus einer Vielzahl von Signalverarbeitungsschaltungen oder Ähnliches umfassen. Ferner können mehrere arithmetische Verarbeitungsvorrichtungen 90 desselben Typs oder unterschiedlicher Typen umfasst sein, so dass die jeweiligen Abschnitte der Verarbeitung gemeinsam ausgeführt werden. Die Speichervorrichtungen 91 umfassen einen RAM (Random Access Memory), der so konfiguriert ist, dass er das Lesen und Schreiben von Daten durch die arithmetische Verarbeitungsvorrichtung 90 ermöglicht, einen ROM (Read-Only-Memory), der so konfiguriert ist, dass er das Lesen von Daten durch die arithmetische Verarbeitungsvorrichtung 90 ermöglicht, und dergleichen. Als Speichervorrichtung 91 kann ein nicht-flüchtiger oder flüchtiger Halbleiterspeicher, beispielsweise ein Flash-Speicher, ein SSD (Solid State Drive), ein EPROM, ein EEPROM oder dergleichen, eine Magnetplatte, eine flexible Platte, eine optische Platte, eine Compact Disc, eine Mini-Disc, eine DVD oder dergleichen verwendet werden. Die Eingangsschaltung 92 umfasst A-D-Wandler, eine Kommunikationsschaltung usw., an die eine Vielzahl von Sensoren und Schaltern sowie eine Kommunikationsleitung angeschlossen sind und die dazu dienen, die Ausgangssignale der Sensoren und Schalter sowie Kommunikationsinformationen in die arithmetische Verarbeitungsvorrichtung 90 einzugeben. Die Ausgangsschaltung 93 umfasst eine Treiberschaltung, eine Kommunikationsschaltung usw., die der Ausgabe von Steuersignalen aus der Verarbeitungsvorrichtung 90 dienen. Die Schnittstellen der Eingangsschaltung 92 und der Ausgangsschaltung 93 können solche sein, die auf der Spezifikation von CAN (Control Area Network) (eingetragenes Warenzeichen), Ethernet (eingetragenes Warenzeichen), USB (Universal Serial Bus) (eingetragenes Warenzeichen), DVI (Digital Visual Interface) (eingetragenes Warenzeichen), HDMI (High-Definition Multimedia Interface) (eingetragenes Warenzeichen) oder ähnlichem basieren. Unabhängig von der Eingabeschaltung 92 und der Ausgabeschaltung 93 ist es ferner möglich, eine Kommunikation herzustellen, indem die arithmetische Verarbeitungsvorrichtung 90 direkt mit einer Kommunikationsvorrichtung 94 verbunden wird.

[0061] Die jeweiligen Funktionen, die die Antriebsvorrichtung 300 umfasst, sind so implementiert, dass die arithmetische Verarbeitungsvorrichtung 90 Software (Programme) ausführt, die in der Speicher-

einrichtung 91, beispielsweise im ROM oder dergleichen, gespeichert sind, um dadurch mit der anderen Hardware in der Antriebsvorrichtung 300, beispielsweise der anderen Speichereinrichtung 91, der Eingabeschaltung 92, der Ausgabeschaltung 93 und so weiter, zusammenzuarbeiten. Es ist zu beachten, dass die eingestellten Daten von Schwellenwerten, Bestimmungswerten usw., die von der Antriebsvorrichtung 300 verwendet werden sollen, als ein Abschnitt der Software (Programme) in der Speichervorrichtung 91, beispielsweise im ROM oder dergleichen, gespeichert sind. Obwohl jede der Funktionen, die die Antriebsvorrichtung 300 hat, durch ein Softwaremodul eingerichtet werden kann, kann sie durch eine Kombination von Software und Hardware eingerichtet werden.

<Kollisionsvermeidungsniveau>

[0062] Fig. 7 ist eine Tabelle zur Veranschaulichung einer Beziehung zwischen einem Objekt und einem Kollisionsvermeidungsniveau gemäß Ausführungsform 1. In der Selektionseinheit 206 des Edge-Servers 200 werden die von der ersten Rettungsweg-Erzeugungseinheit 204 erzeugten Hoch-Niveau-Kreuzung-Rettungswege RESC1 und die von der zweiten Rettungsweg-Erzeugungseinheit 205 erzeugten Hoch-Niveau-Kreuzung-Rettungswege RESCB2 durch Berechnung ihres Kollisionsvermeidungsniveaus bewertet. Das Kollisionsvermeidungsniveau wird für jeden der Rettungswege so berechnet, dass das Risiko einer Kollision mit einem Objekt, das als Hindernis auf dem Rettungsweg wirken kann, ermittelt wird.

[0063] Ein Wert von 3 wird vergeben, wenn es kein Hindernis und somit kein Objekt gibt, das mit dem Fahrzeug 801 kollidieren kann; ein Wert von 2 wird vergeben, wenn es lediglich ein stationäres Hindernis gibt, das nicht mit dem Fahrzeug 801 kollidieren wird; ein Wert von 1 wird vergeben, wenn es ein sich bewegendes Hindernis gibt, das jedoch aufgrund der unterschiedlichen Bewegungsrichtung o.ä. nicht mit dem Fahrzeug 801 kollidieren wird; und ein Wert von 0 wird vergeben, wenn es ein Hindernis gibt, das möglicherweise eine Kollision verursachen kann, oder wenn es ein Hindernis gibt, dessen Möglichkeit einer Kollision unklar ist. Diese Punktzahlen sind nur ein Beispiel, und daher können die Punktzahlen bei Bedarf durch Hinzufügen, Streichen oder Ändern einer oder mehrerer Bedingungen geändert werden.

[0064] Das Kollisionsvermeidungsniveau wird für jeden der Rettungswege berechnet. Der mit dem Kollisionsvermeidungsniveau verknüpfte Rettungsweg kann auf der Grundlage der Informationen über die Unregelmäßigkeiten der straßenseitigen Überwachungsvorrichtung deaktiviert werden. Wenn nämlich ein unregelmäßiger Zustand der straßenseitigen Überwachungsvorrichtung erkannt wird, wird das

Niveau des Kollisionsvermeidungsniveaus des Rettungsweges, das auf der Grundlage der von dieser straßenseitigen Überwachungsvorrichtung erhaltenen straßenseitigen Informationen IRSU erzeugt wird, auf 0 geändert.

[0065] Ferner überwacht der Edge-Server 200 den Zustand der Kommunikation zwischen den straßenseitigen Überwachungsvorrichtungen 110, 120 und dem Edge-Server 200. Wenn eine Verzögerung von einer vorbestimmten Zeit oder mehr in der Kommunikation mit einer bestimmten straßenseitigen Überwachungsvorrichtung auftritt, wird der Wert des Kollisionsvermeidungsniveaus des Rettungsweges, der auf der Grundlage der straßenseitig überwachten Informationen erzeugt wird, die von dieser straßenseitigen Überwachungsvorrichtung erhalten werden, auf 0 geändert.

[0066] Fig. 8 ist eine Tabelle zur Veranschaulichung einer Beziehung zwischen einer Halteposition und einem Kollisionsvermeidungsniveau-Zusatzwert gemäß Ausführungsform 1. Wenn eine Anhalteposition als Endpunkt jedes der ersten Rettungswege RESC1 und der zweiten Rettungswege RESC2, die von der ersten Rettungsweg-Erzeugungseinheit 204 bzw. der zweiten Rettungsweg-Erzeugungseinheit 205 erzeugt werden, einem anhaltbaren Bereich zugehört, wird eine Punktzahl zum Kollisionsvermeidungsniveau addiert. Die Art und Weise, wie eine zusätzliche Punktzahl hinzugefügt wird, kann vom Konstrukteur frei bestimmt werden. Beispielsweise kann der Zusatzwert auf „+3“ gesetzt werden, wenn sich die Halteposition auf einem Station-Anhalteplatz, einer Anhaltespur oder einer zeitlich begrenzten Parkzone befindet, auf „+2“, wenn sie sich auf einem Straßenrandstreifen befindet, und auf „+1“, wenn sie sich auf einem Seitenstreifen befindet. Diese Additionswerte sind nur ein Beispiel, und daher können die Additionswerte bei Bedarf durch Hinzufügen, Streichen oder Ändern einer oder mehrerer Bedingungen geändert werden.

[0067] Auf diese Weise wird in der Auswahleinheit 206 des Edge-Servers 200 das Kollisionsvermeidungsniveau jedes der Rettungswege berechnet und der Additionsscore dazu addiert, um so die Rettungswege anhand von Scores zu bewerten. Dann wird aus den Rettungswegen für jede der verschiedenen Arten von Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abständen ein Rettungsweg, dessen Kollisionsvermeidungsniveau die höchste Punktzahl aufweist, als Hoch-Niveau-Kreuzung-Rettungsweg RESCB ausgewählt. Dann überträgt der Edge-Server 200 jeden Hoch-Niveau-Kreuzung-Rettungsweg RESCB an die fahrende Vorrichtung 300.

[0068] Es ist zu beachten, dass die in Frage kommenden Orte des Anhaltebereichs, beispielsweise ein Station-Anhalteplatz, eine Anhaltespur, eine zeitlich

begrenzte Parkzone, ein Straßenrandstreifen und ein Straßenrandstreifen, an denen die Beifahrer ordnungsgemäß aus dem Fahrzeug aussteigen können, in die Karte eingetragen werden. Das Kollisionsvermeidungsniveau kann in der Karteninformation für die jeweiligen Kandidatenplätze des Haltebereichs aufgelistet werden.

<Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstand>

[0069] Fig. 9 ist eine erste Tabelle zur Veranschaulichung einer Beziehung zwischen einem Unregelmäßigkeitszustand eines Fahrzeugs und einer fahrbaren Entfernung davon gemäß Ausführungsform 1. Die Fahrsteuervorrichtung 320 umfasst eine Fahrbar-Abstand-Berechnungseinheit 306. Die Fahrbar-Abstand-Berechnungseinheit 306 bestimmt das Niveau der Unregelmäßigkeit und die Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstand, entsprechend dem von der Fahrzeug-Unregelmäßigkeitszustand-Erkennungseinheit 305 erkannten Unregelmäßigkeitszustand. Fig. 9 zeigt, wie weit das Fahrzeug beim Auftreten einer Unregelmäßigkeit fahren darf.

[0070] Wenn keine Unregelmäßigkeit in der Vorrichtung 300 auftritt, wird das Niveau der Unregelmäßigkeit auf 0 und der Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstand auf L3 (erster Abstand) festgelegt. Als ein konkretes Beispiel wird der Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstand L3 mit 100 m angegeben.

[0071] Nehmen wir als nächstes den Fall einer geringfügigen Unregelmäßigkeit an, die das Fahren nicht beeinträchtigt. Diesem Fall ist ein Fall zugehört, in dem ein Kennzeichen für die Erkennung einer vorübergehenden Unregelmäßigkeit eines der Board-Fahrzeug-Position-Erkennungseinheit 301, des Objekt-Erkennungssensors 303 oder der Mehrfachsensoren, hoch ist. Nehmen wir insbesondere den Fall an, dass eine vorübergehende Störung aufgetreten ist, die aber inzwischen wieder in den Normalzustand zurückgekehrt ist. In diesem Fall wird das Niveau der Unregelmäßigkeit auf 1 und der Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstand auf L3 festgelegt.

[0072] Wenn einer der Objekt-Erkennungssensoren 303 und der Mehrfachsensoren für die Host-Fahrzeug-Position-Erkennungseinheit 301 ausgefallen ist, wird das Niveau der Unregelmäßigkeit auf 2 und die Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstand auf L2 (zweiter Abstand) festgelegt. Als konkretes Beispiel wird der Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstand L2 mit 30 m angegeben. Zu diesem Zeitpunkt kann eine Unregelmäßigkeit eines Wettersensors von den Zuordnungsbedingungen ausgeschlossen werden. Dies liegt daran, dass eine Unregelmäßigkeit des Wettersensors in vielen Fällen keine schwerwiegenden Auswirkungen auf die Fahrleistung des autonom fahrenden Fahrzeugs hat.

[0073] Wenn mehr als einer der Objekt-Erkennungssensoren 303 und der Mehrfachsensoren für die Host-Fahrzeug-Position-Erkennungseinheit 301 ausgefallen sind, wird das Niveau der Unregelmäßigkeit auf 3 und der Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstand auf L1 (dritter Abstand) festgelegt. Als spezifisches Beispiel wird der Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstand L1 durch 15 m veranschaulicht.

[0074] Fig. 10 ist eine zweite Tabelle zur Veranschaulichung des Zusammenhangs zwischen einem Zustand der Unregelmäßigkeit und einer fahrbaren Entfernung gemäß Ausführungsform 1. Diese Fig. 10 unterscheidet sich von Fig. 9 dadurch, dass die Positionen eines Niveaus der Unregelmäßigkeit 1,5 und eines Niveaus der Unregelmäßigkeit 4 hinzugefügt wurden. Es wird nur auf diese verschiedenen Punkte eingegangen.

[0075] Auch wenn eine Unregelmäßigkeit des Wettersensors ein Faktor außerhalb des fahrerseitigen Auslegungsbereichs ist, wird das Fahrzeug in vielen Fällen auch bei dieser Unregelmäßigkeit als fahrbereit eingestuft. Daher wird für diese Unregelmäßigkeit das Niveau der Unregelmäßigkeit auf 1,5 und der Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstand auf L2,5 (vierter Abstand) festgelegt. Als konkretes Beispiel wird der Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstand L2,5 mit 50 m angegeben.

[0076] Wenn es außerdem aufgrund einer Unregelmäßigkeit des Antriebs- oder Bremsmotors schwierig ist, das Fahrzeug 801 in Bewegung zu setzen, wird das Niveau der Unregelmäßigkeit auf 4 und die Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstand auf L0 (fünfter Abstand) festgelegt. Als ein spezifisches Beispiel wird der Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstand L0 durch 0 m veranschaulicht. Das Fahrzeug wird nämlich nicht dazu veranlasst, zu fahren, um von der Kreuzung zu flüchten, sondern es wird veranlasst, sofort zu stoppen.

[0077] Wie oben beschrieben, wird die Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstand durch die Fahrbar-Abstand-Berechnungseinheit 306 auf der Grundlage des von der Fahrzeug-Unregelmäßigkeitszustand-Erkennungseinheit 305 erkannten Fahrzeug-Unregelmäßigkeitszustands berechnet. Dann wird der Kreuzung-Rettungsweg, der dem Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstand zugehört, von der sekundären Auswahlunit 311 der Fahrwegänderungseinheit 307 ausgewählt.

[0078] In der Zwischenzeit werden ein Reifenluftdrucksensor, der im Fahrzeug 801 umfasst sein kann, und ein Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstand beschrieben. Wenn der Reifenluftdruck außerhalb eines vorbestimmten Bereichs von Standardwerten liegt, ist es erlaubt, den Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstand einzustellen, nachdem er

entsprechend dem verschobenen Betrag aus dem Bereich der Standardwerte geändert wurde. Denn wenn der Reifenluftdruck variiert, variiert die Bewegungsstrecke des Fahrzeugs pro Radumdrehung und beeinflusst dadurch die Berechnung der Position des Host-Fahrzeugs.

[0079] Darüber hinaus ist es zulässig, die Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstand einzustellen, nachdem sie auf der Grundlage einer Unregelmäßigkeit der Host-Fahrzeug-Position, die mit der Host-Fahrzeug-Position-Erkennungseinheit 301 erkannt wurde, geändert wurde. Der Grad der Unregelmäßigkeit der Position des Host-Fahrzeugs kann so bestimmt werden, dass die berechnete Position des Host-Fahrzeugs mit einer Position des Host-Fahrzeugs verglichen wird, die aus den Relativpositionen zwischen dem Fahrzeug 801 und einer topographischen Landmarke sowie einem Gebäude, einem Objekt und einem Zeichen, die als Landmarken fungieren und vom Board-Fahrzeug-Sensor 303 erkannt werden, bestimmt wird. Der Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstand kann eingestellt werden, nachdem er entsprechend dem Grad der Unregelmäßigkeit der Position des Host-Fahrzeugs geändert wurde.

[0080] Wenn ein GNSS für die Positionserkennungseinheit 301 des Host-Fahrzeugs verwendet wird, kann die Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstand eingestellt werden, nachdem er entsprechend einem Unregelmäßigkeitszustand bei der Positionierung des GNSS geändert wurde. In Bezug auf die Positionierung durch das GNSS kann die Positionierungsgenauigkeit beeinträchtigt werden durch: Genauigkeitsverschlechterung einer im Fahrzeug 801 vorgesehenen Vorrichtung; Verschlechterung eines Funkwellenzustands des Positionierungssatelliten; Genauigkeitsverschlechterung eines Chronometers des Positionierungssatelliten; Orbitallabweichung des Positionierungssatelliten; oder Ähnliches. Die Fahrsteuervorrichtung 320 kann einen unregelmäßigen Zustand bei der Positionierung des GNSS erkennen, um dadurch die Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstand einzustellen, nachdem sie entsprechend dem Grad des unregelmäßigen Zustands geändert wurde.

[0081] Ferner ist es zulässig, den Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstand einzustellen, nachdem er entsprechend einem Unregelmäßigkeitszustand des Gyroskopsensors, der in dem Fahrzeug 801 umfasst sein kann, geändert wurde. Beispielsweise ist es zulässig, den Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstand einzustellen, nachdem er entsprechend einem Driftbetrag des Gyroskopsensors geändert wurde. Dies ist nützlich, da bei einer Unregelmäßigkeit des Gyroskopsensors ein Fehler in der Position des Host-Fahrzeugs, der auf der Grundlage des Ausgangs des Gyroskopsensors berechnet wird, in dem

Umfang akkumuliert wird, der der Fahrstrecke des Fahrzeugs zugehört.

[0082] Ferner ist es zulässig, den Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstand einzustellen, nachdem er geändert wurde in Abhängigkeit von dem Grad einer Unregelmäßigkeit des Wettersensors, der in dem Fahrzeug 801 umfasst sein kann. Dies ist nützlich, weil die Unregelmäßigkeit des Wettersensors zwar in vielen Fällen nicht direkt die Positionserkennung des Fahrzeugs beeinflusst, aber mittel- oder langfristig die Positionserkennung beeinträchtigen kann.

[0083] Weiterhin ist es zulässig, eine Größe einer Kommunikationsverzögerung zu überwachen, die durch das in der Vorrichtung 300 umfasste Kommunikationsmodul 302 aufgebaut wird, um dadurch den Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstand nach dessen Änderung auf der Basis eines Zustands der Kommunikationsverzögerung festzulegen. Dies ist nützlich, weil das Auftreten einer Verzögerung in der Kommunikation eine Verzögerung in der Objekterkennung unter Verwendung externer Informationen verursacht.

<Auswahl des Kreuzung-Rettungsweges>

[0084] Fig. 11 ist ein Diagramm zur Veranschaulichung von Kreuzung-Rettungswegen gemäß Ausführungsform 1. In Fig. 11 sind die Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstände visuell dargestellt. Fig. 11 zeigt einen Fall, in dem eine Unregelmäßigkeit in jeder der Fahrvorrichtungen 300 und der straßenseitigen Überwachungsvorrichtung 120 auftritt, nachdem das Fahrzeug 801 in die Kreuzung eingefahren ist.

[0085] Es sind ein befahrbarer Bereich 601, ein befahrbarer Bereich 602 und ein befahrbarer Bereich 603 dargestellt. Diese befahrbaren Bereiche gehören zu den Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abständen L1, L2, L3, die jeweils in Abhängigkeit von einem Unregelmäßigkeitszustand des Fahrzeugs ermittelt werden. Die befahrbare Strecke ist die Strecke, die das Fahrzeug 801 fahren kann, wenn die Vorrichtung 300 eine Unregelmäßigkeit erkennt, bis das Fahrzeug zu einer Notbremsung kommt. Der Bereich für diese Strecke wird mit Hilfe von Positionsinformationen festgelegt, beispielsweise mit einem Grenzwert für die Bewegungsstrecke, einem Breiten- und Längengrad und dergleichen. Die in Fig. 11 angegebenen fahrbaren Bereiche werden auf der Grundlage der jeweiligen fahrbaren Entfernungen definiert. Insbesondere, wenn die Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstände in einem Verhältnis von $L3 > L2 > L1$ festgelegt werden, werden die Abmessungen der jeweiligen Bereiche in einem Verhältnis von $\text{Fahrbarer Bereich } 603 > \text{Fahrbarer Bereich } 602 > \text{Fahrbarer Bereich } 601$ festgelegt.

[0086] Die Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstände werden jeweils von der Fahrbar-Abstand-Berechnungseinheit 306 auf der Grundlage des von der Fahrzeug-Unregelmäßigkeitszustand-Erkennungseinheit 305 erkannten Fahrzeug-Unregelmäßigkeitszustands berechnet. Wenn das Niveau der Unregelmäßigkeit 0 oder 1 sein soll, wird der Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstand auf L3 gesetzt (der fahrbare Bereich 603 ist bestimmt). In diesem Fall liegt keine Unregelmäßigkeit in der Vorrichtung 300 vor oder es handelt sich um eine geringfügige Unregelmäßigkeit, die das Fahren nicht beeinträchtigt. Diesem Fall ist ein Fall zugehört, in dem das Kennzeichen für die Erkennung einer vorübergehenden Unregelmäßigkeit eines der Objekt-Erkennungssensoren 303 und der Mehrfachsensoren für die Host-Fahrzeug-Position-Erkennungseinheit 301 hoch ist.

[0087] Wenn das Niveau der Unregelmäßigkeit 2 sein soll, wird der Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstand auf L2 gesetzt (der fahrbare Bereich 602 ist festgelegt). Dabei wird davon ausgegangen, dass eine Unregelmäßigkeit eines der Objektsensoren 303 und der Mehrfachsensoren anhält.

[0088] Wenn das Niveau der Unregelmäßigkeit 3 sein soll, wird der Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstand auf L1 gesetzt (der verfahrbare Bereich 601 wird bestimmt). Als zugehöriger abnormaler Zustand werden Ausfälle mehrerer Sensoren angenommen. In einem solchen Fall kann die Vorrichtung 300 beispielsweise aufgrund des Erkennens von Unregelmäßigkeiten des GNSS und des Gierraten-sensors feststellen, dass es für das Fahrzeug schwierig sein wird, eine Strecke zu fahren, die einem Bereich des Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstands L2 oder mehr zugehört. Wenn der Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstand L1 ist, wird das Flüchten von der Kreuzung priorisiert.

[0089] Wenn das Niveau der Unregelmäßigkeit 4 betragen soll, wird der Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstand auf L0 gesetzt. Diesem Fall ist ein Fall zuzuordnen, in dem es aufgrund einer Unregelmäßigkeit des Antriebs- oder Bremsmotors schwierig ist, das Fahrzeug 801 in Bewegung zu setzen. Nur in diesem Fall ist es der Vorrichtung 300 unmöglich, das Fahrzeug 801 mechanisch in Bewegung zu setzen. Dementsprechend veranlasst die Vorrichtung 300, wenn sie die entsprechende Unregelmäßigkeit an einer Stelle erkennt, das Fahrzeug 801, an dieser Stelle sofort anzuhalten.

[0090] Auf diese Weise wird der Bewegungsbereich des Fahrzeugs 801, dessen Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstand in Abhängigkeit vom Niveau der Unregelmäßigkeit durch die Vorrichtung 300 begrenzt wird, von einer Stelle, an der die Unregelmäßigkeit erkannt wird, bis zu einer bestimmten Hal-

teposition begrenzt. In diesem Bereich ist es notwendig, an einer Stelle anzuhalten, an der das Risiko einer Kollision mit einem Hindernis gering ist.

[0091] Aus diesem Grund wird unter Verwendung der von der Fahrbar-Abstand-Berechnungseinheit 306 ausgegebenen Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstand als Eingangsinformation die Normalzeit-Zielroute in einen davon abweichenden Fahrzeug-Unregelmäßigkeitszeit-Rettungsweg geändert, wie unten beschrieben. Diese Verarbeitung wird von der Fahrtroutenänderungseinheit 307 ausgeführt.

[0092] Wenn die Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstand durch die Fahrbar-Abstand-Berechnungseinheit 306 auf L3 gesetzt wird (der fahrbare Bereich 603 ist bestimmt), wird eine Ziel-Halteposition 853 oder 856 als Endpunkt des Rettungswegs angegeben. In **Fig. 11** ist es aufgrund des unregelmäßigen Zustands der straßenseitigen Überwachungsvorrichtung 120 erforderlich, eine Ziel-Halteposition innerhalb des Sichtwinkels 502 der straßenseitigen Überwachungsvorrichtung 110 zu wählen.

[0093] Die Ziel-Halteposition 856 ist ungeeignet, da sie außerhalb des Sichtwinkels 502 liegt. Es ist zu beachten, dass ein Linksabbiegeweg von den Kandidaten für den Rettungsweg eines Fahrzeugs 802 ausgeschlossen ist. Ein Bereich 511 ist von den Kandidatenbereichen ausgeschlossen, da er sich außerhalb des Sichtwinkels 502 der straßenseitigen Überwachungsvorrichtung 110 befindet und somit nicht überwacht werden kann.

[0094] Obwohl ein Hindernis 520 in der Mitte eines Rettungsweges 505 liegt, wird dieser Rettungsweg mit dem Kollisionsvermeidungsniveau 2 bewertet, da es sich bei dem Hindernis um ein stationäres Objekt handelt, das keine Kollision verursachen wird. Da die Ziel-Halteposition 853 in einem anhaltbaren Bereich 510 als Anhaltespur liegt, wird zum Kollisionsvermeidungsniveau der Wert +3 addiert.

[0095] Wenn die Ziel-Halteposition 853 über den Rettungsweg 505 angefahren wird, wird das Kollisionsvermeidungsniveau dementsprechend mit 5 bewertet, und dieser Weg wird von der sekundären Auswahleinheit 311 ausgewählt. Dies bedeutet, dass in einem fahrbegrenzten Bereich ein solcher Anhaltbereich ausgewählt werden könnte, der die Kollision sicherer vermeiden kann als in dem Fall, in dem das Fahrzeug an einer Stelle kurz nach dem Rechtsabbiegen anhält.

[0096] Wenn der Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstand auf L2 festgelegt ist (der fahrbare Bereich 602 ist bestimmt), wird eine Ziel-Halteposition 852 oder 855 als Endpunkt des Rettungswegs angegeben. In **Fig. 11** liegen die Ziel-Haltepositionen 852,

855 beide innerhalb des Sichtwinkels 502 der straßenseitigen Überwachungsanlage 110.

[0097] Obwohl sich das Hindernis 520 in der Mitte des Rettungswegs 505 befindet, der zur Ziel-Haltesposition 852 führt, wird für diesen Rettungsweg das Kollisionsvermeidungsniveau 2 festgelegt, da es sich bei dem Hindernis um ein stationäres Objekt handelt, das keine Kollision verursachen wird. Da die Ziel-Haltesposition 852 als Anhaltespur im Anhaltebereich 510 liegt, wird zum Kollisionsvermeidungsniveau die Punktzahl +3 addiert. Wenn die Ziel-Haltesposition 852 über den Rettungsweg 505 angefahren wird, wird das Kollisionsvermeidungsniveau demnach mit 5 bewertet.

[0098] Ein Rettungsweg 504, der eine Ziel-Haltesposition 855 erreicht, verläuft quer zur Fahrtrichtung des Fahrzeugs 811. Dies bedeutet, dass es ein sich bewegendes Objekt gibt, das die Kollision nicht verursacht, so dass dieser Route das Kollisionsvermeidungsniveau 1 zugewiesen wird. Befindet sich die Ziel-Haltesposition 855 auf einem Seitenstreifen der Fahrstrecke, wird das Kollisionsvermeidungsniveau mit +1 bewertet. Wenn die Ziel-Haltesposition 855 über den Rettungsweg 504 angefahren wird, wird das Kollisionsvermeidungsniveau demnach mit 2 bewertet. In diesem Fall wird der Rettungsweg 505 mit der Ziel-Haltesposition 852 von der sekundären Auswahleinheit 311 ausgewählt. Dies bedeutet, dass in dem Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstand L2 ein solcher Anhaltebereich ausgewählt werden könnte, der ein höheres Kollisionsvermeidungsniveau aufweist als in dem Fall, in dem das Fahrzeug an einer Stelle kurz nach dem Rechtsabbiegen anhält.

[0099] Wenn der Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstand auf L1 festgelegt ist (der fahrbare Bereich 601 ist bestimmt), wird eine Ziel-Haltesposition 851 oder 854 als Endpunkt des Rettungswegs angegeben. In **Fig. 11** liegen die Ziel-Haltespositionen 851, 854 beide innerhalb des Sichtwinkels 502 der straßenseitigen Überwachungsanlage 110. Da sich das Hindernis 520 in unmittelbarer Nähe der Ziel-Haltesposition 851 befindet und somit die Kollision verursachen kann, wird das Kollisionsvermeidungsniveau mit 0 festgelegt.

[0100] Es ist zu beachten, dass, da die Ziel-Haltesposition 851 im Anhaltebereich 510 als Anhaltespur vorhanden ist, dem Kollisionsvermeidungsniveau unter normalen Umständen der Wert +3 hinzuzurechnen ist. Da die Ziel-Haltesposition 851 jedoch ein physisch unhaltbarer Ort ist, weil sich das Hindernis 520 in der Nähe befindet, ist die zusätzliche Punktzahl ungültig. Dementsprechend wird das Kollisionsvermeidungsniveau des Rettungswegs zur Ziel-Haltesposition 851 mit 0 bewertet.

[0101] Der Rettungsweg 504, der die Ziel-Haltesposition 854 erreicht, kreuzt in der Mitte den Kurs des Fahrzeugs 811. Somit beträgt das Kollisionsvermeidungsniveau 1. Wenn die Ziel-Haltesposition 854 auf einem Seitenstreifen der Fahrstraße liegt, wird das Kollisionsvermeidungsniveau mit +1 bewertet. Wenn die Ziel-Haltesposition 854 über den Rettungsweg 504 angefahren wird, beträgt das Kollisionsvermeidungsniveau demnach 2. In diesem Fall wird der Rettungsweg 504 mit der Ziel-Haltesposition 854 von der sekundären Auswahleinheit 311 ausgewählt.

<Verarbeitung durch Edge-Server>

[0102] **Fig. 12** ist ein Flussdiagramm, das die Verarbeitung durch den Edge-Server 200 gemäß Ausführungsform 1 zeigt. Die in **Fig. 12** gezeigte Verarbeitung wird von der arithmetischen Verarbeitungsvorrichtung im Edge-Server 200 ausgeführt. Die Verarbeitung kann in jedem festen Zeitintervall (beispielsweise alle 5 ms) ausgeführt werden. Es ist zulässig, dass die Verarbeitung nicht in jedem festen Zeitintervall ausgeführt wird, sondern als Reaktion auf ein Ereignis, beispielsweise den Empfang von Daten durch das Kommunikationsmodul 201 oder dergleichen.

[0103] Nach dem Start der Verarbeitung von **Fig. 12** empfängt der Edge-Server in Schritt S101 Daten von jeder der straßenseitigen Überwachungsanlagen (in der **Fig.** als RSU abgekürzt). Er empfängt über das Kommunikationsmodul 201 die Objektinformationen, die Blickwinkelinformationen der Sensoren und Informationen, die sich auf einen unregelmäßigen Zustand des Sensors beziehen.

[0104] In Schritt S102 werden für jede der straßenseitigen Überwachungsanlagen verbindliche Karteninformationen erzeugt, die sich aus der Überlagerung der von der straßenseitigen Überwachungsanlage empfangenen straßenseitigen Überwachungsinformationen mit den Karteninformationen ergeben. Insbesondere überträgt die Kartenerzeugungseinheit 202 des Edge-Servers 200 die ersten verbindlichen Karteninformationen IOBM1, die aus der Überlagerung der straßenseitigen Überwachungsinformationen gemäß der straßenseitigen Überwachungsanlage 110 auf die Karteninformationen 208 resultieren, an die erste Rettungsweg-Erzeugungseinheit 204. Ferner überträgt die Kartenerzeugungseinheit 202 die zweite verbindliche Karteninformation IOBM2, die sich aus der Überlagerung der straßenseitigen Überwachungsinformationen gemäß der straßenseitigen Überwachungsanlage 120 mit der Karteninformation 208 ergibt, an die zweite Rettungsweg-Erzeugungseinheit 205.

[0105] In Schritt S103 werden auf der Grundlage der für jede straßenseitige Überwachungsanlage erzeugten verbindlichen Karteninformationen Kreuz-

zung-Rettungswege für die jeweiligen Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstände erzeugt. In Schritt S104 wird für jeden dieser Kreuzung-Rettungswege ein Kollisionsvermeidungsniveau berechnet. Zu diesem Zeitpunkt wird auch eine zusätzliche Punktzahl für das Kollisionsvermeidungsniveau hinzugefügt.

[0106] In Schritt S105 werden die Kollisionsvermeidungsniveaus miteinander verglichen, um so die Kreuzung-Rettungswege zu bewerten. In Schritt S106 werden Kreuzungs-Rettungswege mit dem höchsten Kollisionsvermeidungsniveau als Hoch-Niveau-Kreuzung-Rettungswege RESCB ausgewählt. Die Hoch-Niveau-Kreuzung-Rettungswege RESCB werden von der Auswahleinheit 206 für die jeweiligen Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstände ausgewählt.

[0107] In Schritt S107 werden die so ausgewählten Hoch-Niveau-Kreuzung-Rettungswege RESCB an die Vorrichtung übertragen. Konkret werden die von der Auswahleinheit 206 für die jeweiligen Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstände ausgewählten hochrangigen Kreuzungs-Rettungswege RESCB über das Kommunikationsmodul 207 an die Fahrvorrichtung 300 übertragen. Zu diesem Zeitpunkt werden auch die Informationen über Unregelmäßigkeiten FRSU, die jede der straßenseitigen Überwachungsvorrichtungen betreffen, über das Kommunikationsmodul 207 an die Fahrvorrichtung 300 übertragen. Danach wird die Verarbeitung beendet.

<Verarbeitung durch die Fahrvorrichtung>

[0108] Fig. 13 ist ein Flussdiagramm, das die Verarbeitung durch die Fahrvorrichtung 300 gemäß Ausführungsform 1 zeigt. Die in Fig. 13 gezeigte Verarbeitung wird von der arithmetischen Verarbeitungsvorrichtung in der Antriebsvorrichtung 300 ausgeführt. Die Verarbeitung kann in jedem festen Zeitintervall (beispielsweise alle 5 ms) ausgeführt werden. Es ist zulässig, dass die Verarbeitung nicht in jedem festen Zeitintervall ausgeführt wird, sondern als Reaktion auf ein Ereignis, beispielsweise den Empfang von Daten durch das Kommunikationsmodul 302, das Fahren des Fahrzeugs 801 um eine festgelegte Strecke oder Ähnliches.

[0109] Nach dem Start der Verarbeitung von Fig. 13 empfängt die Vorrichtung 300 in Schritt S201 Daten vom Edge-Server 200. Insbesondere empfängt das Kommunikationsmodul 302 die verbindlichen Karteninformationen IOBM, die hochrangigen abschnittsübergreifenden Rettungswege RESCB und so weiter, die vom Edge-Server 200 empfangen werden.

[0110] In Schritt S202 erfasst die Vorrichtung 300 die Positionsinformationen des Host-Fahrzeugs. Insbesondere berechnet die Host-Fahrzeug-Positions-

Erkennungseinheit 301 die Host-Fahrzeug-Position unter Verwendung von: Positionsinformationen vom GNSS (Global Navigation Satellite System), das die Host-Fahrzeug-Position erkennt; dem Fahrbar-Abstand-Sensor, der die Radumdrehungszahl des Fahrzeugs 801 erkennt; dem Gyro-Sensor, der die Beschleunigung, die Geschwindigkeit, die Winkelbeschleunigung und die Winkelgeschwindigkeit des Fahrzeugs 801 erkennt; und dergleichen.

[0111] In Schritt S203 erfasst die Vorrichtung 300 die Objektsensorinformationen. Insbesondere erfasst sie die Informationen des Objektsensors 303, der die Position, die Geschwindigkeit und den Typ eines Objekts in der Umgebung des Fahrzeugs erkennt.

[0112] In Schritt S204 wird die integrierte Karte 316 aktualisiert. Die Karteninformation-Integrationseinheit 304 empfängt die von der Host-Fahrzeug-Position-Erkennungseinheit 301 ausgegebene Host-Fahrzeug-Positionsinformation IS und die von dem Objekt-Erkennungssensor 303 ausgegebene Objekt-Sensor-Information 10. Darüber hinaus empfängt die Karteninformations-Integrationseinheit 304 die verbindlichen Karteninformationen IOBM und die Hoch-Niveau-Kreuzung-Rettungswege RESCB, die das Kommunikationsmodul 302 vom Edge-Server 200 empfangen hat. Die Karteninformations-Integrationseinheit 304 verwendet als ihre Eingaben diese Sätze von Informationen, um die von der Datensammelvorrichtung 100 erkannten Objektinformationen und die von der Fahrvorrichtung 300 erkannten zu integrieren, um dadurch die integrierte Karte 316 zu aktualisieren.

[0113] In Schritt S205 erkennt die Fahrvorrichtung 300 den unregelmäßigen Zustand des Fahrzeugs. Eine Unregelmäßigkeit des Objektsensors 303, der Host-Fahrzeug-Position-Erkennungseinheit 301 oder dergleichen wird von der Fahrzeug-Unregelmäßigkeitszustand-Erkennungseinheit 305 erkannt.

[0114] In Schritt S300 berechnet die Vorrichtung 300 unter Verwendung der Fahrbar-Abstand-Berechnungseinheit 306 die fahrbare Entfernung. Die fahrbare Entfernung wird in Abhängigkeit von der erkannten Unregelmäßigkeit des Fahrzeugs berechnet. Verarbeitungsdetails von Schritt S300 sind in Fig. 14 beschrieben.

[0115] In Schritt S206 wird bestimmt, ob die Unregelmäßigkeit von der Fahrzeug-Unregelmäßigkeitszustand-Erkennungseinheit 305 erkannt wurde oder nicht. Liegt die Unregelmäßigkeit vor (Beurteilung ist JA), geht der Ablauf zu Schritt S207 über. Wenn es keine Unregelmäßigkeit gibt (Beurteilung ist NEIN), bewegt sich der Fluss zu Schritt S212, wo die Berechnungseinheit 308 für die Normalzeit-Zielroute die Normalzeit-Zielroute berechnet. Danach geht der Fluss zu Schritt S210 über.

[0116] In Schritt S207 wird bestimmt, ob das Niveau der Unregelmäßigkeit des Fahrzeugs 3 ist oder nicht. Wenn er nicht 3 ist (Beurteilung ist NEIN), geht der Fluss zu Schritt S208 über. Wenn das Niveau der Unregelmäßigkeit des Fahrzeugs 3 ist (Urteil ist JA), geht der Fluss zu Schritt S213 über, wo ein fahrzeugseitiger Kreuzung-Rettungsweg erzeugt wird. Damit das Fahrzeug vorrangig von der Kreuzung flüchten kann, wenn ein Fahrzeug-Unregelmäßigkeitszustand des Niveaus 3 erkannt wird, erzeugt die fahrzeugseitige Rettungsweg-Erkennungseinheit 309 den Kreuzung-Rettungsweg auf der Grundlage der integrierten Karte 316. Danach bewegt sich der Fluss zu Schritt S210.

[0117] In Schritt S208 wird festgestellt, ob das Niveau der Unregelmäßigkeit des Fahrzeugs größer als 3 ist oder nicht. Wenn sie größer als 3 ist (Beurteilung ist JA), geht der Fluss zu Schritt S209, wo eine Fahrzeugstoppanweisung ausgegeben wird, und dann geht der Fluss zu Schritt S210. Da das Niveau der Unregelmäßigkeit des Fahrzeugs bei 4 liegt, kann das Fahrzeug nur schwer von der Kreuzung flüchten und sollte sofort angehalten werden. In Schritt S208, wenn das Niveau der Unregelmäßigkeit des Fahrzeugs nicht mehr als 3 beträgt (Beurteilung ist NEIN) (d.h. das Niveau der Unregelmäßigkeit des Fahrzeugs ist 1 oder 2), bewegt sich der Fluss zu Schritt S214, wo der Hoch-Niveau-Kreuzung-Rettungsweg RESCB, der dem fahrzeugseitigen Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstand zugehört, ausgelesen wird. Danach geht der Ablauf zu Schritt S210 über.

[0118] In Schritt S210 wird die Route, die gerade zuvor erzeugt oder ausgelesen wurde, als Fahrroute festgelegt. Dann wird in Schritt S211 die Fahrsteuerung des Fahrzeugs durch die Fahrzeugsteuereinheit 312 ausgeführt. Danach wird die Verarbeitung beendet.

<Berechnungsverarbeitung der fahrbaren Entfernung>

[0119] Fig. 14 ist ein Flussdiagramm der Vorrichtung 300 gemäß Ausführungsform 1, das die von der Fahrbar-Abstand-Berechnungseinheit 306 durchzuführende Berechnungsverarbeitung des fahrbaren Abstands auf der Grundlage von Fig. 10 zeigt. In Fig. 14 werden Verarbeitungsdetails des Schritts S300 in Fig. 13 beschrieben.

[0120] In Schritt S301 wird der von der Fahrzeug-Unregelmäßigkeitszustand-Erkennungseinheit 305 erkannte Unregelmäßigkeitszustand in der Vorrichtung 300 ausgelesen. In Schritt S302 wird bestimmt, ob das Niveau der Unregelmäßigkeit gleich oder kleiner als 1 ist oder nicht. Wenn das Niveau der Unregelmäßigkeit gleich oder kleiner als 1 ist (Beurteilung ist JA), bewegt sich der Fluss zu Schritt S303, wo die

fahrbare Entfernung auf L3 gesetzt wird, und dann wird die Verarbeitung beendet.

[0121] In Schritt S302, wenn das Niveau der Unregelmäßigkeit nicht gleich oder kleiner als 1 ist (Beurteilung ist NEIN), geht der Fluss zu Schritt S304 über. In Schritt S304 wird bestimmt, ob das Niveau der Unregelmäßigkeit gleich oder kleiner als 1,5 ist oder nicht. Wenn das Niveau der Unregelmäßigkeit gleich oder kleiner als 1,5 ist (Beurteilung ist JA), bewegt sich der Fluss zu Schritt S305, wo die fahrbare Entfernung auf L2,5 gesetzt wird, und dann wird die Verarbeitung beendet.

[0122] In Schritt S304, wenn das Niveau der Unregelmäßigkeit nicht gleich oder kleiner als 1,5 ist (Beurteilung ist NEIN), geht der Fluss zu Schritt S306 über. In Schritt S306 wird bestimmt, ob das Niveau der Unregelmäßigkeit gleich oder kleiner als 2 ist oder nicht. Wenn das Niveau der Unregelmäßigkeit gleich oder kleiner als 2 ist (Beurteilung ist JA), geht der Fluss zu Schritt S307 über, wo die fahrbare Strecke auf L2 gesetzt wird, und dann wird die Verarbeitung beendet.

[0123] In Schritt S306, wenn das Niveau der Unregelmäßigkeit nicht gleich oder kleiner als 2 ist (Beurteilung ist NEIN), geht der Fluss zu Schritt S308 über. In Schritt S308 wird bestimmt, ob das Niveau der Unregelmäßigkeit gleich oder kleiner als 3 ist oder nicht. Wenn das Niveau der Unregelmäßigkeit gleich oder kleiner als 3 ist (Beurteilung ist JA), geht der Fluss zu Schritt S309 über, wo die fahrbare Strecke auf L1 gesetzt wird, und dann wird die Verarbeitung beendet. In Schritt S308, wenn das Niveau der Unregelmäßigkeit nicht gleich oder kleiner als 3 ist (Beurteilung ist NEIN), geht der Fluss zu Schritt S310 über. In Schritt S310 wird die fahrbare Strecke auf L0 gesetzt, und dann wird die Verarbeitung beendet.

2. Ausführungsform 2

<Konfiguration des Autonom-Fahren-Integriert-Steuersystems>

[0124] Fig. 15 ist ein vollkontinuierliches Konfigurationsdiagramm eines Autonom-Fahren-Integriert-Steuersystems 2 gemäß Ausführungsform 2. Fig. 16 ist ein Konfigurationsdiagramm eines Edge-Servers 600 gemäß Ausführungsform 2. Fig. 17 ist ein Konfigurationsdiagramm einer Vorrichtung zum Fahren 700 gemäß Ausführungsform 2.

[0125] Eine Datensammelvorrichtung 100 gemäß Ausführungsform 2 entspricht derjenigen von Ausführungsform 1, so dass auf eine Beschreibung derselben verzichtet werden kann. Wie in Fig. 15 bis Fig. 17 gezeigt, unterscheidet sich die Fahrvorrichtung 700 gemäß Ausführungsform 2 von der Fahrvorrichtung 300 gemäß Ausführungsform 1 dadurch,

dass die Fahrbar-Abstand-Berechnungseinheit und die Fahrzeugsteuereinheit funktional als Fahrbar-Abstand-Berechnungseinheit 606 und als Fahrzeugsteuereinheit 612 an den Edge-Server 600 übertragen werden. Die Funktionen, die das Autonom-Fahren-Integriert-Steuersystem 2 gemäß Ausführungsform 2 insgesamt einrichtet, gehören jedoch zu den Funktionen, die das Autonom-Fahren-Integriert-Steuersystem 1 gemäß Ausführungsform 1 insgesamt einrichtet. Der Edge-Server 600 und die Fahrvorrichtung 700 bilden eine Autonom-Fahrvorrichtung 902, die mit der Datensammelvorrichtung 100 als externer Vorrichtung vorgesehen ist.

[0126] Die Fahrvorrichtung 700 gemäß der in **Fig. 17** dargestellten Ausführungsform 2 umfasst: eine Host-Fahrzeug-Positions-Erkennungseinheit 701, die Positionsinformationen des Host-Fahrzeugs erkennt; einen Objekt-Erkennungssensor 703, der ein Objekt in der Umgebung des Fahrzeugs erkennt; und eine Erkennungseinheit 705 für einen unregelmäßigen Zustand des Fahrzeugs, die einen unregelmäßigen Zustand des Fahrzeugs erkennt. Positionsinformationen des Host-Fahrzeugs IS, Objektinformationen IO und Informationen über den unregelmäßigen Zustand des Fahrzeugs FV werden über ein Kommunikationsmodul 702 an den Edge-Server 600 übertragen.

[0127] Zwischen der Datensammelvorrichtung 100, dem Kommunikationsmodul 702 der Fahrvorrichtung 700 und den Kommunikationsmodulen 621, 626 des Edge-Servers 600 wird eine Hochgeschwindigkeitskommunikation aufgebaut. Außerdem empfängt das Kommunikationsmodul 702 Informationen zur Fahrzeugsteuerung, die vom Edge-Server 600 übertragen werden. Entsprechend der Fahrzeugsteuerinformation werden eine Querrichtungs-Betriebseinheit 713, eine Vorder-Rückrichtungs-Betriebseinheit 714 und eine Vorder-Rückrichtungs-Bremseinheit 715 betätigt, so dass das Fahrzeug 802 autonom fährt. Die Querrichtungs-Betriebseinheit 713, die Vorder-Rückrichtungs-Betriebseinheit 714 und die Vorder-Rückrichtungs-Bremseinheit 715 werden zusammen als Fahrzeug-Betriebseinheit 717 bezeichnet.

[0128] Der Edge-Server 600 ist mit dem Kommunikationsmodul 621 vorgesehen, so dass die Positionsinformationen IS des Host-Fahrzeugs und die Objektinformationen IO, die von der Fahrvorrichtung 700 kommen, und die straßenseitigen Überwachungsinformationen IRSU und die Unregelmäßigkeitsinformationen FRSU, die von den straßenseitigen Überwachungsvorrichtungen 110, 120 kommen, an eine Karteninformations-Integrationseinheit 604 übertragen werden. Ferner werden die Informationen über den unregelmäßigen Zustand des Fahrzeugs FV an eine Reflexionseinheit 605 für den unregelmäßigen Zustand des Fahrzeugs übertragen, so dass die fahrbare Entfernung von der

Fahrbar-Abstand-Berechnungseinheit 606 berechnet wird.

[0129] In Ausführungsform 2 ist die Einheit 604 zur Integration von Karteninformationen im Edge-Server 600 umfasst, obwohl sie in Ausführungsform 1 in der Vorrichtung 300 enthalten ist. Wenn es keine Unregelmäßigkeit im Fahrzeug 802, den straßenseitigen Überwachungsvorrichtungen 110, 120 usw. gibt, wird eine integrierte Karte 616 aktualisiert, in der die Positionsinformationen des Host-Fahrzeugs IS, die von den straßenseitigen Überwachungsvorrichtungen gefundenen straßenseitigen Überwachungsinformationen IRSU und die vom Fahrzeug erkannten Objektsensor-Informationen IO auf einer Karte überlagert sind.

<Verarbeitung durch Edge-Server>

[0130] **Fig. 18** ist ein erstes Flussdiagramm, das die Verarbeitung durch den Edge-Server 600 gemäß Ausführungsform 2 zeigt. **Fig. 19** ist ein zweites Flussdiagramm, das die Verarbeitung durch den Edge-Server zeigt.

[0131] Die in **Fig. 18** gezeigte Verarbeitung wird von der arithmetischen Verarbeitungsvorrichtung im Edge-Server 600 ausgeführt. Die Verarbeitung kann in jedem festen Zeitintervall (beispielsweise alle 5 ms) ausgeführt werden. Es ist zulässig, dass die Verarbeitung nicht in jedem festen Zeitintervall ausgeführt wird, sondern als Reaktion auf ein Ereignis, beispielsweise auf den Empfang von Daten durch das Kommunikationsmodul 621 oder ähnliches.

[0132] Die Verarbeitung von **Fig. 18** unterscheidet sich von der Verarbeitung von **Fig. 12** gemäß Ausführungsform 1 nur dadurch, dass der Schritt S107 in **Fig. 12** gelöscht wird. In Ausführungsform 1 werden die Daten der Hoch-Niveau-Kreuzung-Rettungswege usw. an die Vorrichtung übertragen, und die darauf folgende Verarbeitung wird der Vorrichtung überlassen. In Ausführungsform 2 wird die Übertragungsverarbeitung gestrichen, da die nachfolgende Verarbeitung durch den Edge-Server 600 selbst ausgeführt wird.

[0133] Die in **Fig. 19** gezeigte Verarbeitung wird von der arithmetischen Verarbeitungsvorrichtung im Edge-Server 600 ausgeführt. Die Verarbeitung kann in jedem festen Zeitintervall (beispielsweise alle 5 ms) ausgeführt werden. Es ist zulässig, dass die Verarbeitung nicht in jedem festen Zeitintervall ausgeführt wird, sondern als Reaktion auf ein Ereignis, beispielsweise den Empfang von Daten durch das Kommunikationsmodul 621 oder dergleichen. Ferner kann die Verarbeitung von **Fig. 19** sukzessive zur Verarbeitung von **Fig. 18** ausgeführt werden.

[0134] Die Verarbeitung von **Fig. 19** gehört zu der Verarbeitung von **Fig. 13**, die in Ausführungsform 1 von der Antriebsvorrichtung 300 ausgeführt wird. Sie unterscheiden sich teilweise dadurch, dass der Schritt S201, der Schritt S205 und der Schritt S211 in **Fig. 13** in den Schritt S221, den Schritt S225 bzw. den Schritt S231 in **Fig. 19** geändert werden. Es wird nur der geänderte Abschnitt der Verarbeitung beschrieben. In Bezug auf die anderen Schritte ist die Antriebsvorrichtung 300 als Ausführungseinheit als Edge-Server 600 zu verstehen. Als Verarbeitungsdetails von Schritt S300 in **Fig. 19** wird die Verarbeitung von **Fig. 14** verwendet, vorausgesetzt, dass als Ausführungsinstanz die Antriebsvorrichtung 300 als der Edge-Server 600 gelesen wird.

[0135] In Schritt S221 in **Fig. 19** empfängt der Edge-Server Daten von der Vorrichtung 700. Ziel ist es, dass der Edge-Server 600 die Positionsinformationen IS des Host-Fahrzeugs, die Informationen des Board-Fahrzeug-Sensors IO und die Informationen über den unregelmäßigen Zustand des Fahrzeugs FV erfasst, die von der Fahrvorrichtung 700 gesammelt wurden.

[0136] In Schritt S225 in **Fig. 19** wird der unregelmäßige Zustand des Fahrzeugs reflektiert. Da die Informationen über den unregelmäßigen Zustand des Fahrzeugs FV bereits von der Vorrichtung 700 empfangen wurden, besteht keine Notwendigkeit, den unregelmäßigen Zustand des Fahrzeugs neu zu erkennen. Ein Vorgang, bei dem auf die bereits empfangenen Daten Bezug genommen wird, wird als „Reflexion des unregelmäßigen Zustands des Fahrzeugs“ bezeichnet.

[0137] In Schritt S231 in **Fig. 19** werden Daten über das Fahren des Fahrzeugs an die Vorrichtung 700 übertragen. In **Fig. 13** ist angegeben, dass die Fahrsteuerung des Fahrzeugs ausgeführt wird, da die Fahrsteuerung von der Vorrichtung 300 ausgeführt wird. Gemäß **Fig. 19** erzeugt der Edge-Server 600 die Fahrzeug-Fahrdaten und fordert dann die Steuervorrichtung 700 auf, die Fahrsteuerung auszuführen.

<Verarbeitung durch die Fahrvorrichtung>

[0138] **Fig. 20** ist ein erstes Flussdiagramm, das die Verarbeitung durch die Fahrvorrichtung 700 gemäß Ausführungsform 2 zeigt. Die in **Fig. 20** gezeigte Verarbeitung wird von der arithmetischen Verarbeitungsvorrichtung in der Antriebsvorrichtung 700 ausgeführt. Die Verarbeitung kann in jedem festen Zeitintervall (beispielsweise alle 5 ms) ausgeführt werden. Es ist zulässig, dass die Verarbeitung nicht jede feste Zeitperiode ausgeführt wird, sondern als Reaktion auf ein Ereignis, beispielsweise als Reaktion auf den Abschluss jedes der Erkennungsprozesse von: der Host-Fahrzeug-Position durch die Host-Fahrzeug-Positions-Erkennungseinheit 701;

einem Objekt um das Fahrzeug herum durch den Objektsensor 703; und dem Fahrzeug-Unregelmäßigkeitszustand durch die Fahrzeug-Unregelmäßigkeits-Erkennungseinheit 705.

[0139] Nach dem Start der Verarbeitung von **Fig. 20** erfasst die Vorrichtung 700 in Schritt S202 die Positionsinformationen des Host-Fahrzeugs. In Schritt S203 erfasst die Fahrvorrichtung 700 die Objektsensor-Informationen. In Schritt S241 erkennt die Vorrichtung 700 den unregelmäßigen Zustand des Fahrzeugs. In Schritt S242 überträgt die Vorrichtung 700 die Positionsinformationen des Host-Fahrzeugs, die Objektinformationen und die Informationen über den unregelmäßigen Zustand des Fahrzeugs über das Kommunikationsmodul 702 an den Edge-Server 600. Dann wird die Verarbeitung beendet.

[0140] **Fig. 21** ist ein zweites Flussdiagramm, das die Verarbeitung durch die Vorrichtung 700 gemäß Ausführungsform 2 zeigt. Die in **Fig. 21** gezeigte Verarbeitung wird von der arithmetischen Verarbeitungsvorrichtung in der Antriebsvorrichtung 700 ausgeführt. Die Verarbeitung kann in jedem festen Zeitintervall (beispielsweise alle 5 ms) ausgeführt werden. Es ist zulässig, dass die Verarbeitung nicht in jedem festen Zeitintervall ausgeführt wird, sondern als Reaktion auf ein Ereignis, beispielsweise den Empfang von Daten durch das Kommunikationsmodul 702 oder dergleichen.

[0141] Nach dem Start der Verarbeitung von **Fig. 21** empfängt das Kommunikationsmodul 702 in Schritt S251 die Daten über die Fahrt des Fahrzeugs vom Edge-Server 600. Dann, in Schritt S211, überträgt das Kommunikationsmodul 702 gemäß den Fahrzeugsteuerinformationen Betriebssignale an die Fahrzeugsteuereinheit 717. Insbesondere überträgt es die Betriebssignale an die Querrichtungs-Betriebseinheit 713, die Vorder-Rückrichtungs-Betriebseinheit 714 und die Vorder-Rückrichtungs-Bremseinheit 715, um dadurch das Fahrzeug 802 zu veranlassen, autonom zu fahren. Dann wird die Verarbeitung beendet.

[0142] Gemäß Ausführungsform 2 werden einige Funktionen, die die im Fahrzeug 802 installierte Vorrichtung 700 gehabt hätte, auf den Edge-Server 600 übertragen, wodurch eine Reduzierung der Größe und des Gewichts der Vorrichtung 700 erreicht werden kann. Dementsprechend ist es auch möglich, eine Kostenreduzierung der Vorrichtung 700 und eine Einsparung von Arbeiten, die die Änderung der Spezifikationen betreffen, zu erreichen. Insbesondere ist es möglich, eine Kapazitätsverringern und eine Verkleinerung einer CPU oder eines Speichers zu erreichen, die in der Vorrichtung 700 eingebaut sind. Obwohl die in das Fahrzeug 802 einzubauende Vorrichtung 700 in ihrer Kapazität begrenzt ist, ist der außerhalb des Fahrzeugs 802

zu platzierende Edge-Server 600 in seiner Kapazität nicht so stark eingeschränkt, da der Verarbeitungsinhalt von vielen Hardwarekomponenten gemeinsam genutzt werden kann. Dementsprechend ist diese Konfiguration vorteilhaft für die Ausführung einer großen Menge von Prozessen mit hoher Geschwindigkeit.

[0143] In dieser Offenbarung wird eine Vielzahl von exemplarischen Ausführungsformen und Beispielen beschrieben; jedes Merkmal, jede Konfiguration oder Funktion, die in einer oder mehreren Ausführungsformen beschrieben wird, ist jedoch nicht auf die Anwendung auf eine bestimmte Ausführungsform beschränkt und kann einzeln oder in einer der verschiedenen Kombinationen davon auf eine andere Ausführungsform angewendet werden. Dementsprechend sind unendlich viele abgewandelte Beispiele, die hier nicht beispielhaft aufgeführt sind, im Rahmen des in der vorliegenden Beschreibung offengelegten technischen Anwendungsbereichs vorgesehen. Beispielsweise sind solche Fälle umfasst, in denen mindestens ein Konfigurationselement modifiziert wird; in denen mindestens ein Konfigurationselement hinzugefügt oder weggelassen wird; und ferner, in denen mindestens ein Konfigurationselement extrahiert und mit einem Konfigurationselement einer anderen Ausführungsform kombiniert wird.

[0144] Verschiedene Ausführungsformen, die oben offenbart wurden, sind in den folgenden Anhängen zusammengefasst.

| | |
|------------------------------|--|
| 206 | Auswahleinheit, |
| 300, 700 | Steuereinheit, |
| 301, 701 | Host-Fahrzeugpositionserkennungseinheit, |
| 303, 703 | Objektsensor, |
| 305, 705 | Fahrzeug-Unregelmäßigkeitszustand-Erkennungseinheit, |
| 306, 606 | Fahrbar-Abstands-Berechnungseinheit, |
| 309 | fahrzeugseitige Rettungsweg-Erzeugungseinheit, |
| 311 | sekundäre Auswahl-einheit, |
| 312, 612 | Fahrzeugsteuereinheit, |
| 317, 717 | Fahrzeugbedienungs-einheit, |
| 801, 802, 811 | Fahrzeug, |
| 851, 852, 853, 854, 855, 856 | Zielhalteposition, |
| 901, 902 | Autonom-Fahrvorrichtung. |

Patentansprüche

BESCHREIBUNG DER BEZUGSZEICHEN UND SYMBOLE

| | |
|-----------------------------------|---|
| 1, 2 | Autonom-Fahren-Integriert-Steuersystem, |
| 100 | Datensammelvorrichtung, |
| 110, 120 | straßenseitige Überwachungsvorrichtung, |
| 112 | Bildsensor, |
| 113 | Funksensor, |
| 114 | optischer Sensor, |
| 118, 201, 207, 302, 621, 626, 702 | Kommunikationsmodul, |
| 200, 600 | Edge-Server, |
| 204 | erste Rettungsweg-Erzeugungseinheit, |
| 205 | zweite Rettungsweg-Erzeugungseinheit, |

1. Ein Autonom-Fahren-Integriert-Steuersystem (1), das mehrere straßenseitige Überwachungsvorrichtungen (110, 120) und eine Autonom-Fahrvorrichtung (901) umfasst, wobei die mehreren straßenseitigen Überwachungsvorrichtungen (110, 120) jeweils Folgendes aufweisen
 einen Sensor (112, 113, 114), der ein nahegelegenes Objekt erkennt; und
 einen Sender (118), der Blickwinkelinformationen des Sensors (112, 113, 114) und Informationen über das von dem Sensor (112, 113, 114) erkannte Objekt überträgt; und
 wobei die Autonom-Fahrvorrichtung (901) aufweist:
 eine Empfängereinheit (201, 302), die die Blickwinkelinformationen und die Informationen des Objekts von dem Sender (118) jeder der straßenseitigen Überwachungsvorrichtungen (110, 120) empfängt;
 eine Fahrzeug-Unregelmäßigkeitszustand-Erkennungseinheit (305), die einen unregelmäßigen Zustand eines Fahrzeugs (801) erkennt;
 eine Rettungsweg-Erzeugungseinheit (204, 205), die für jede der straßenseitigen Überwachungsvorrichtungen (110, 120) und für jede von mehreren Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abständen einen Kreuzung-Rettungsweg zum Verlassen einer Kreuzung

zung bei Auftreten einer Unregelmäßigkeit in dem in die Kreuzung einfahrenden Fahrzeug auf der Grundlage der von den straßenseitigen Überwachungsrichtungen (110, 120) empfangenen Informationssätzen erzeugt;
 eine Auswahleinheit (206), die die jeweiligen Kreuzung-Rettungswege, die von der Rettungsweg-Erzeugungseinheit (204, 205) erzeugt wurden, miteinander in Bezug auf ihre Kollisionsvermeidungsniveaus vergleicht, die jeweils eine Wahrscheinlichkeit angeben, dass das Fahrzeug (801) während des Fahrens auf dem Kreuzung-Rettungsweg eine Kollision mit dem Objekt vermeiden wird, um dadurch für jede der Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstände den Kreuzung-Rettungsweg mit dem höchsten Kollisionsvermeidungsniveau als einen Hoch-Niveau-Kreuzung-Rettungsweg auszuwählen;
 eine Fahrbar-Abstand-Berechnungseinheit (306), die, wenn der Unregelmäßigkeitszustand des Fahrzeugs (801) durch die Fahrzeug-Unregelmäßigkeitszustand-Erkennungseinheit (305) erkannt ist, einen Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstand berechnet, der einem der Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstände zugehört und der für den Unregelmäßigkeitszustand geeignet ist;
 eine Fahrzeug-Steuereinheit (312), die, wenn der Unregelmäßigkeits-Zustand des in die Kreuzung einfahrenden Fahrzeugs (801) von der Fahrzeug-Unregelmäßigkeits-Zustands-Erkennungseinheit (305) erkannt ist, ein Befehlssignal ausgibt, um zu bewirken, dass das Fahrzeug (801) unter den Hoch-Niveau-Kreuzung-Rettungswegen, die von der Auswahleinheit (206) ausgewählt werden, den Hoch-Niveau-Kreuzung-Rettungsweg entlang fährt, der dem Unregelmäßigkeits-Zeit-Fahrbar-Abstand entspricht, der von der Fahrbar-Abstands-Berechnungseinheit (306) berechnet ist; und
 eine Fahrzeugbetriebeinheit (317), die einen Stellmotor unter Verwendung des von der Fahrzeugsteuereinheit (312) ausgegebenen Befehlssignals aktiviert.

2. Autonom-Fahr-Integriert-Steuersystem (1) nach Anspruch 1, wobei die Auswahleinheit (206) der Autonom-Fahr-Vorrichtung (901) das Kollisionsvermeidungsniveau auf „3“ festlegt, wenn kein Objekt auf dem Kreuzung-Rettungsweg erkannt wird; auf „2“ festlegt, wenn ein stationäres Objekt auf dem Kreuzung-Rettungsweg existiert, aber keine Kollision verursachen wird; auf „1“ festlegt, wenn ein sich bewegendes Objekt auf dem Kreuzung-Rettungsweg existiert, aber keine Kollision verursachen wird; und „0“ zu sein, wenn ein Objekt auf dem Kreuzung-Rettungsweg existiert und eine Kollision verursachen wird oder die Möglichkeit einer Kollision unklar ist.

3. Autonom-Fahr-Integriert-Steuersystem (1) nach Anspruch 2, wobei die Steuereinheit (206) der Autonom-Fahr-Vorrichtung (901) zu dem Kollisionsvermeidungsniveau „+3“ hinzufügt, wenn ein Anhaltepunkt als Endpunkt des Kreuzung-Rettungswegs in einem Station-Anhalteplatz, einer Anhaltespur oder einer zeitlich begrenzten Parkzone liegt; „+2“ hinzufügt, wenn der Anhaltepunkt des Kreuzung-Rettungswegs in einem Straßenrandstreifen liegt; und „+1“ hinzufügt, wenn der Anhaltepunkt des Kreuzung-Rettungswegs auf einem Straßenrandstreifen liegt.

4. Autonom-Fahr-Integriert-Steuersystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Autonom-Fahr-Vorrichtung (901) mehrere Board-Fahrzeug-Sensoren (303) aufweist, die in dem Fahrzeug (801) installiert sind und jeweils ein nahegelegenes Objekt erkennen; und wobei die Fahrbar-Abstand-Berechnungseinheit (306) der Autonom-Fahr-Vorrichtung (901) als Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstand folgendes festlegt: einen vorbestimmten ersten Abstand, wenn einer der Board-Fahrzeug-Sensoren (303) vorübergehend einen Fehler verursacht; einen vorbestimmten zweiten Abstand, der kürzer als der erste Abstand ist, wenn einer der Board-Fahrzeug-Sensoren (303) kontinuierlich einen Fehler verursacht; und einen vorbestimmten dritten Abstand, der kürzer als der zweite Abstand ist, wenn mehr als einer der Board-Fahrzeug-Sensoren (303) kontinuierlich Fehler verursacht.

5. Autonom-Fahren-Integriert-Steuersystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Autonom-Fahr-Vorrichtung (901) mehrere fahrzeugseitige Sensoren (303) aufweist, die in dem Fahrzeug (801) installiert sind und jeweils ein nahegelegenes Objekt erkennen, und einen Wettersensor, der in dem Fahrzeug (801) installiert ist und nahegelegene Wetterbedingungen erkennt; wobei die Fahrbar-Abstand-Berechnungseinheit (306) der Autonom-Fahr-Vorrichtung (901) als den Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstand folgendes festlegt: einen vorbestimmten ersten Abstand, wenn einer der Board-Fahrzeug-Sensoren (303) vorübergehend einen Fehler verursacht; einen vorbestimmten vierten Abstand, der kürzer als der erste Abstand ist, wenn der Wettersensor einen Fehler verursacht; einen vorbestimmten zweiten Abstand, der kürzer als der vierte Abstand ist, wenn einer der fahrzeugseitigen Sensoren (303) kontinuierlich einen Fehler verursacht; einen vorbestimmten dritten Abstand, der kürzer als der zweite Abstand ist, wenn mehr als einer der fahrzeugseitigen Sensoren (303) kontinuierlich Fehler verursacht; und einen vorbestimmten fünften Abstand, der kürzer als der dritte Abstand ist, wenn ein Antriebsmechanismus oder ein Bremsmechanismus des Fahrzeugs (801) einen Fehler verursacht.

6. Autonom-Fahren-Integriert-Steuersystem (1) nach Anspruch 5, wobei die Fahrbar-Abstand-Berechnungseinheit (306) der Autonom-Fahren-

Steuervorrichtung (901) den fünften Abstand als den Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstand auf Null setzt.

7. Autonom-Fahr-Integriert-Steuersystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Autonom-Fahrvorrichtung (901) mehrere fahrzeugseitige Sensoren (303) aufweist, die in dem Fahrzeug (801) installiert sind und jeweils ein nahegelegenes Objekt erkennen; und wobei die Fahrzeugsteuereinheit (312) der Autonom-Fahrvorrichtung (901) aufweist: eine fahrzeugseitige Rettungsweg-Erzeugungseinheit (309), die in Bezug auf einen vorbestimmten fahrzeugseitigen Rettungsweg-Erzeugungsabstand einen Kreuzung-Rettungsweg erzeugt, um von der Kreuzung zu flüchten und dann beim Auftreten einer Unregelmäßigkeit in dem in die Kreuzung ein-fahrenden Fahrzeug (801) anzuhalten, auf der Grundlage der von den straßenseitigen Überwachungs-vorrichtungen (110, 120) empfangenen Infor-mationen und der von den Board-Fahrzeugsensoren (303) erkannten Informationen, um dadurch den so erzeugten Kreuzung-Rettungsweg als fahrzeugseitigen Kreuzung-Rettungsweg festzulegen; und eine sekundäre Auswahleinheit (311), die, wenn der Unregelmäßigkeitszustand des in die Kreuzung ein-fahrenden Fahrzeugs (801) von der Fahrzeug-Unre-gelmäßigkeitszustand-Erkennungseinheit (305) erkannt wird, den Hoch-Niveau-Kreuzung-Rettungs-weg auswählt, der von der Fahrbar-Abstand-Berechnungseinheit (306) berechneten Unregelmä-ßigkeitszeit-Fahrbar-Abstand zugehört, wenn der Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstand länger als der fahrzeugseitige Rettungsweg-Erzeugungsab-stand ist; und den fahrzeugseitigen Kreuzung-Ret-tungsweg auswählt, der von der fahrzeugseitigen Rettungsweg-Berechnungseinheit (309) erzeugt wird, wenn der von der Fahrbar-Abstand-Berech-nungseinheit (306) berechnete Unregelmäßigkeits-zeit-Fahrbar-Abstand gleich oder kleiner ist als der Fahrzeugseite-Rettungsweg-Erzeugungsabstand-Abstand; und wobei die Fahrzeugsteuereinheit (312) das Befehls-signal oder ein Befehlssignal ausgibt, um zu bewir-ken, dass das Fahrzeug (801) entlang des Hoch-Niveau-Kreuzung-Rettungswegs oder des fahrzeug-seitigen Kreuzung-Rettungswegs fährt, der von der sekundären Auswahleinheit (311) ausgewählt wurde.

8. Autonom-Fahren-Integriert-Steuersystem (1) nach einem der Ansprüche 4 bis 6, wobei die Fahr-zeugsteuereinheit (312) der Autonom-Fahrvorrich-tung (901) aufweist eine fahrzeugseitige Rettungsweg-Erzeugungseinheit (309), die in Bezug auf den dritten Abstand einen Kreuzung-Rettungsweg erzeugt, um von der Kreuzung zu flüchten und dann beim Auftreten einer Unregelmäßigkeit in dem in die Kreuzung ein-fahrenden Fahrzeug (801) anzuhalten, auf der

Grundlage der von den straßenseitigen Überwa-chungsvorrichtungen (110, 120) empfangenen Infor-mationen und der von den Board-Fahrzeugsensoren (303) erkannten Informationen, um dadurch den so erzeugten Kreuzung-Rettungsweg als fahrzeugseitigen Kreuzung-Rettungsweg festzulegen; und eine sekundäre Auswahleinheit (311), die, wenn der Unregelmäßigkeitszustand des in die Kreuzung ein-fahrenden Fahrzeugs (801) durch die Fahrzeug-Unregelmäßigkeitszustand-Erkennungseinheit (305) erkannt wird, den Hoch-Niveau-Kreuzung-Rettungs-weg auswählt, der durch die Fahrbar-Abstand-Berechnungseinheit (306) berechneten Unregelmä-ßigkeitszeit-Fahrbar-Abstand zugehört, wenn der Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstand der erste Abstand oder der zweite Abstand ist; und den fahr-zeugseitigen Kreuzung-Rettungsweg auswählt, der von der Fahrzeugseite-Rettungsweg-Erzeugung-s-einheit (309) erzeugt wird, wenn die Unregelmäßig-keitszeit-Fahrbar-Abstand, der von der Fahrbar-Abstand-Berechnungseinheit (306) berechnet wird, der dritte Abstand ist; und wobei die Fahrzeugsteuereinheit (312) das Befehls-signal oder ein Befehlssignal ausgibt, um zu bewir-ken, dass das Fahrzeug (801) entlang des Hoch-Niveau-Kreuzung-Rettungswegs oder des fahrzeug-seitigen Kreuzung-Rettungswegs fährt, der von der sekundären Auswahleinheit (311) ausgewählt wurde.

9. Autonom-Fahren-Integriert-Steuersystem (1) nach einem der Ansprüche 4 bis 8, wobei die Board-Fahrzeugsensoren (303) der Autonom-Fahr-vorrichtung (901) mindestens einen GNSS-, einen Gyroskopsensor und einen Reifenluftdrucksensor umfassen.

10. Autonom-Fahren-Integriert-Steuersystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei der Unre-gelmäßigkeitszustand des Fahrzeugs (801), der von der Fahrzeug-Unregelmäßigkeitszustand-Erken-nungseinheit (305) der Autonom-Fahrvorrichtung (901) erkannt werden soll, eine Verzögerung in der Kommunikation einschließt, und die Fahrbar-Abstand-Berechnungseinheit (306) der Autonom-Fahrvorrichtung (901) den Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstand entsprechend einem Betrag der Verzögerung in der Kommunikation berechnet.

11. Autonom-Fahren-Integriert-Steuersystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei der Unregelmäßigkeitszustand des Fahrzeugs (801), der von der Fahrzeug-Unregelmäßigkeitszustand-Erkennungseinheit (305) der Autonom-Fahrvorrich-tung (901) erkannt werden soll, eine Positionsunre-gelmäßigkeit des Fahrzeugs (801) umfasst, und die Fahrbar-Abstand-Berechnungseinheit (306) der Autonom-Fahrvorrichtung (901) den Unregelmäßig-keitszeit-Fahrbar-Abstand entsprechend einem

Betrag der Positionsunregelmäßigkeit des Fahrzeugs (801) berechnet.

12. Autonom-Fahren-Integriert-Steuersystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei der Unregelmäßigkeitszustand des Fahrzeugs (801), der von der Fahrzeug-Unregelmäßigkeitszustand-Erkennungseinheit (305) der Autonom-Fahr-Vorrichtung (901) erkannt werden soll, eine Positionsunregelmäßigkeit eines in dem Fahrzeug (801) installierten GNSS umfasst, und die Fahrbar-Abstand-Berechnungseinheit (306) der Autonom-Fahr-Vorrichtung (901) den Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstand gemäß einem Zustand der Positionsunregelmäßigkeit des GNSS berechnet.

13. Autonom-Fahren-Integriert-Steuersystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei der Unregelmäßigkeitszustand des Fahrzeugs (801), der von der Fahrzeug-Unregelmäßigkeitszustand-Erkennungseinheit (305) der Autonom-Fahr-Vorrichtung (901) erkannt werden soll, eine Unregelmäßigkeit eines in dem Fahrzeug (801) installierten Gyroskopsensors einschließt, und die Fahrbar-Abstand-Berechnungseinheit (306) der Autonom-Fahr-Vorrichtung (901) den Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstand gemäß einem Zustand der Unregelmäßigkeit des Gyroskopsensors berechnet.

14. Autonom-Fahren-Integriert-Steuersystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei der Unregelmäßigkeitszustand des Fahrzeugs (801), der von der Fahrzeug-Unregelmäßigkeitszustand-Erkennungseinheit (305) der Autonom-Fahr-Vorrichtung (901) erkannt werden soll, eine Unregelmäßigkeit eines im Fahrzeug (801) installierten Wettersensors einschließt, und die Fahrbar-Abstand-Berechnungseinheit (306) der Autonom-Fahr-Vorrichtung (901) den Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstand entsprechend einem Zustand der Unregelmäßigkeit des Wettersensors berechnet.

15. Autonom-Fahren-Integriert-Steuersystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 14, wobei der Unregelmäßigkeitszustand des Fahrzeugs (801), der von der Fahrzeug-Unregelmäßigkeitszustand-Erkennungseinheit (305) der Autonom-Fahr-Vorrichtung (901) erkannt werden soll, eine Unregelmäßigkeit eines Reifenluftdrucksensors, der in dem Fahrzeug (801) installiert ist, einschließt, und die Fahrbar-Abstand-Berechnungseinheit (306) der Autonom-Fahr-Vorrichtung (901) den Unregelmäßigkeitszeit-Fahrbar-Abstand gemäß einem Zustand der Unregelmäßigkeit des Reifenluftdrucksensors berechnet.

16. Autonom-Fahr-Integriert-Steuersystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 15, wobei die Auswahlinheit (206) des Autonom-Fahr-Systems (901) die jeweiligen Kreuzungs-Rettungswege miteinander

der vergleicht, nachdem sie das Kollisionsvermeidungsniveau des Kreuzungs-Rettungsweges, der auf der Grundlage von Informationen erzeugt wurde, die von der straßenseitigen Überwachungs-vorrichtung, die eine Verzögerung in der Kommunikation verursacht, empfangen wurden, auf Null gesetzt hat, um dadurch für jede der Unregelmäßigkeits-Zeit-Fahrabstände den Kreuzungs-Rettungsweg mit dem höchsten Kollisionsvermeidungsniveau als Hoch-Niveau-Kreuzungs-Rettungsweg auszuwählen.

17. Autonom-Fahr-Integriert-Steuersystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 16, wobei, auf der Grundlage der von jeder der straßenseitigen Überwachungs-vorrichtungen (110, 120) empfangenen Informationen über den Blickwinkel, die Rettungsweg-Erzeugungseinheit (204, 205) jeden der Kreuzung-Rettungswege so erzeugt, dass er in ein Sichtfeld des Sensors (112, 113, 114) fällt.

18. Autonom-Fahren-Integriert-Steuersystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 17, wobei die Empfangseinheit (201, 302), die Rettungsweg-Erzeugungseinheit (204, 205) und die Auswahlinheit (206) der Autonom-Fahr-Vorrichtung (901) in einem Edge-Server (200) vorgesehen sind, der durch Kommunikation mit dem Fahrzeug (801) verbunden ist, und die Fahrzeug-Unregelmäßigkeitszustand-Erkennungseinheit (305), die Fahrbar-Abstand-Berechnungseinheit (306), die Fahrzeug-Steereinheit (312) und die Fahrzeug-Betriebseinheit (317) in dem Fahrzeug (801) installiert sind.

19. Autonom-Fahren-Integriert-Steuersystem (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 17, wobei die Empfangseinheit (621), die Rettungsweg-Erzeugungseinheit (610), die Auswahlinheit (206), die Fahrbar-Abstand-Berechnungseinheit (606) und die Fahrzeug-Steereinheit (612) der Autonom-Fahr-Vorrichtung (902) in einem Edge-Server (600) vorgesehen sind, der durch Kommunikation mit dem Fahrzeug (802) verbunden ist, und die Fahrzeug-Unregelmäßigkeitszustand-Erkennungseinheit (705) und die Fahrzeugbetriebseinheit (717) im Fahrzeug (802) installiert sind.

Es folgen 19 Seiten Zeichnungen

FIG. 1

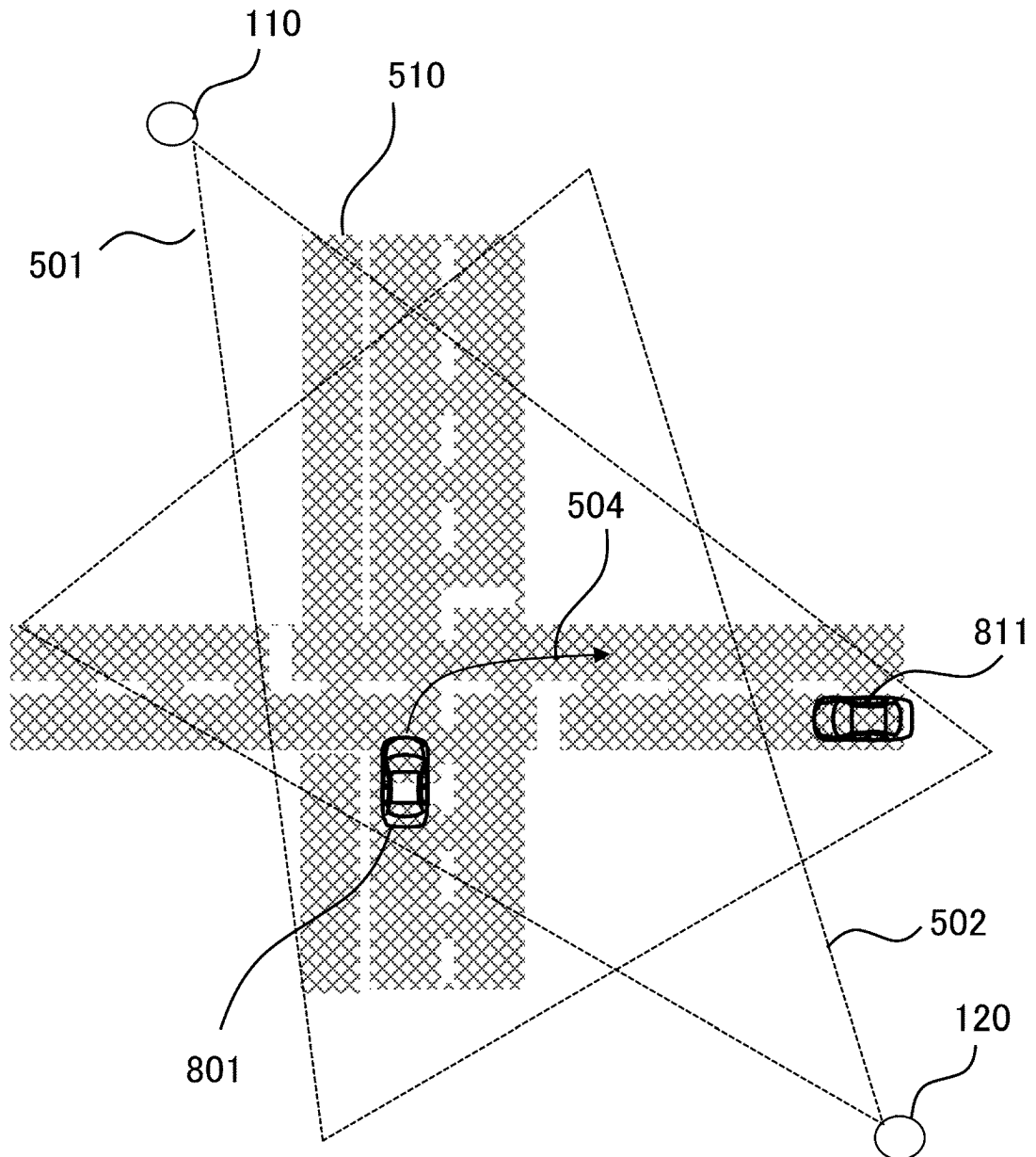


FIG.2

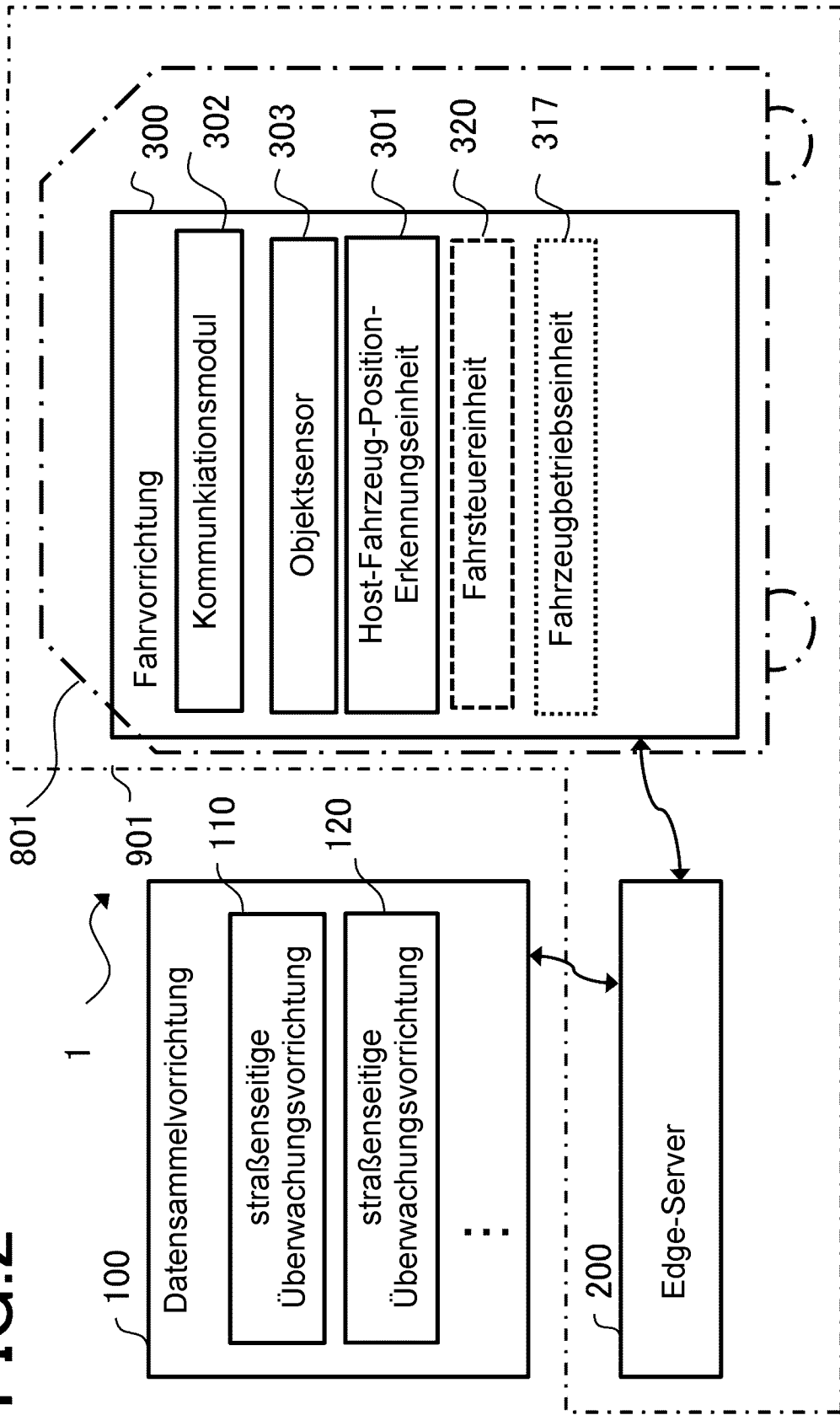


FIG.3

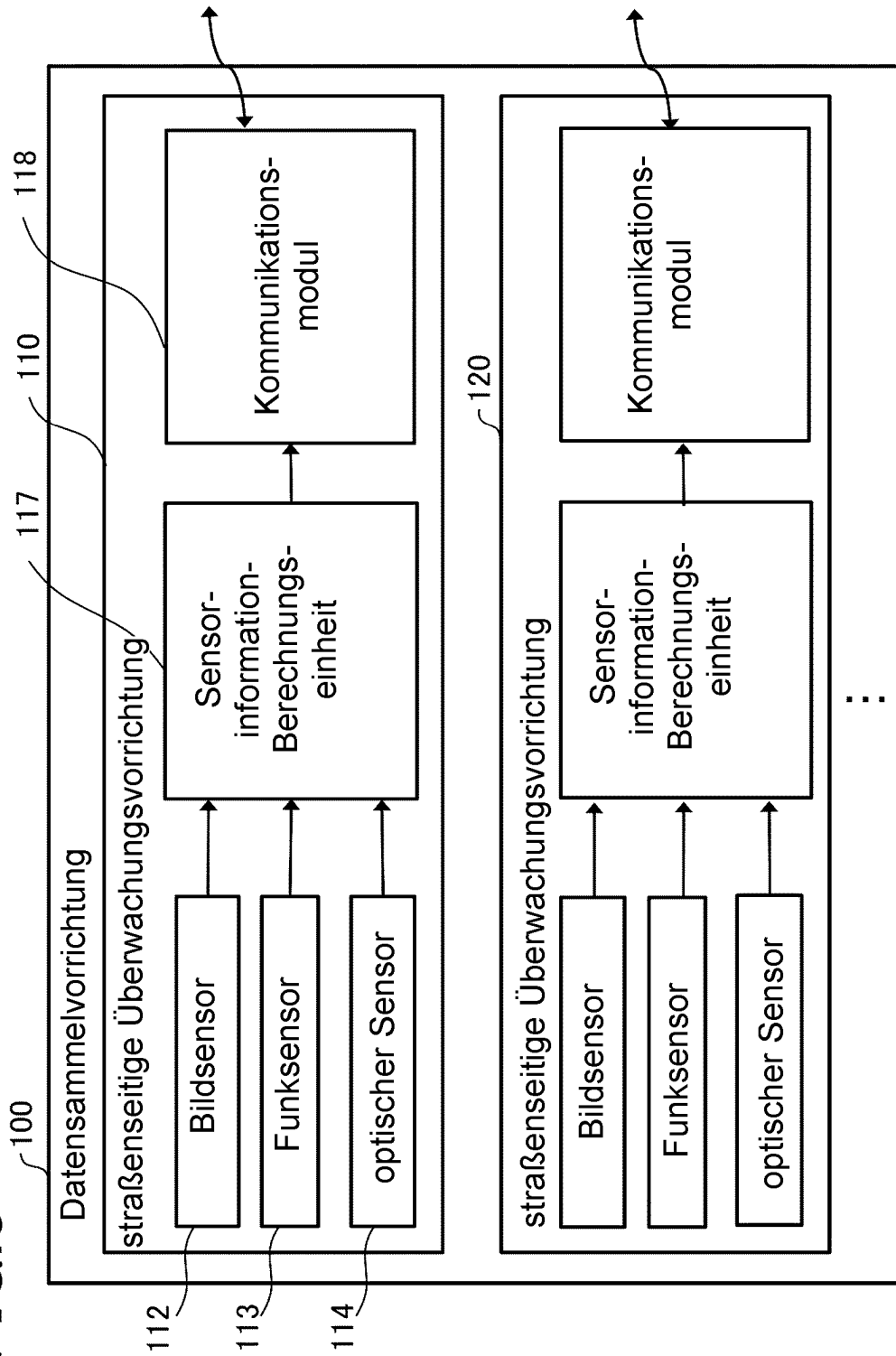


FIG.4

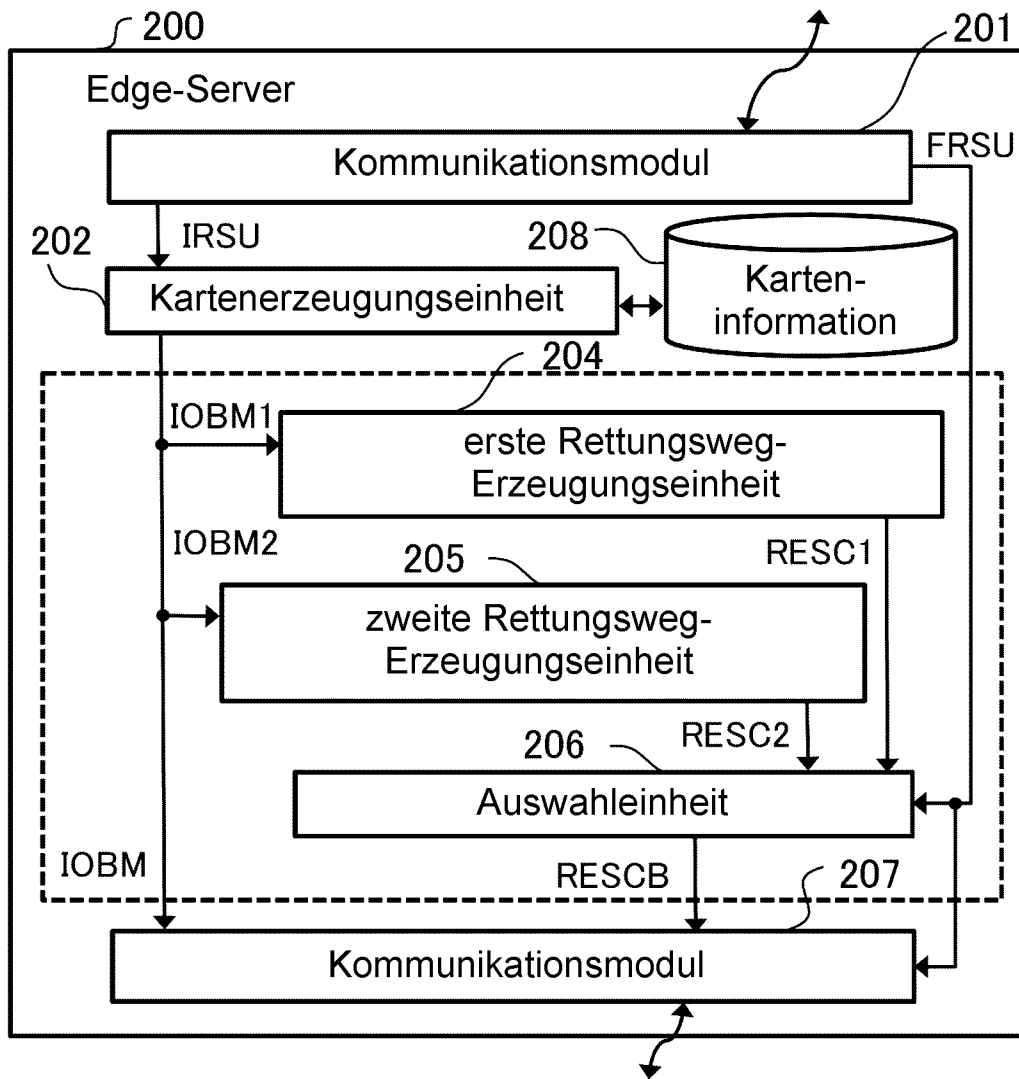


FIG.5

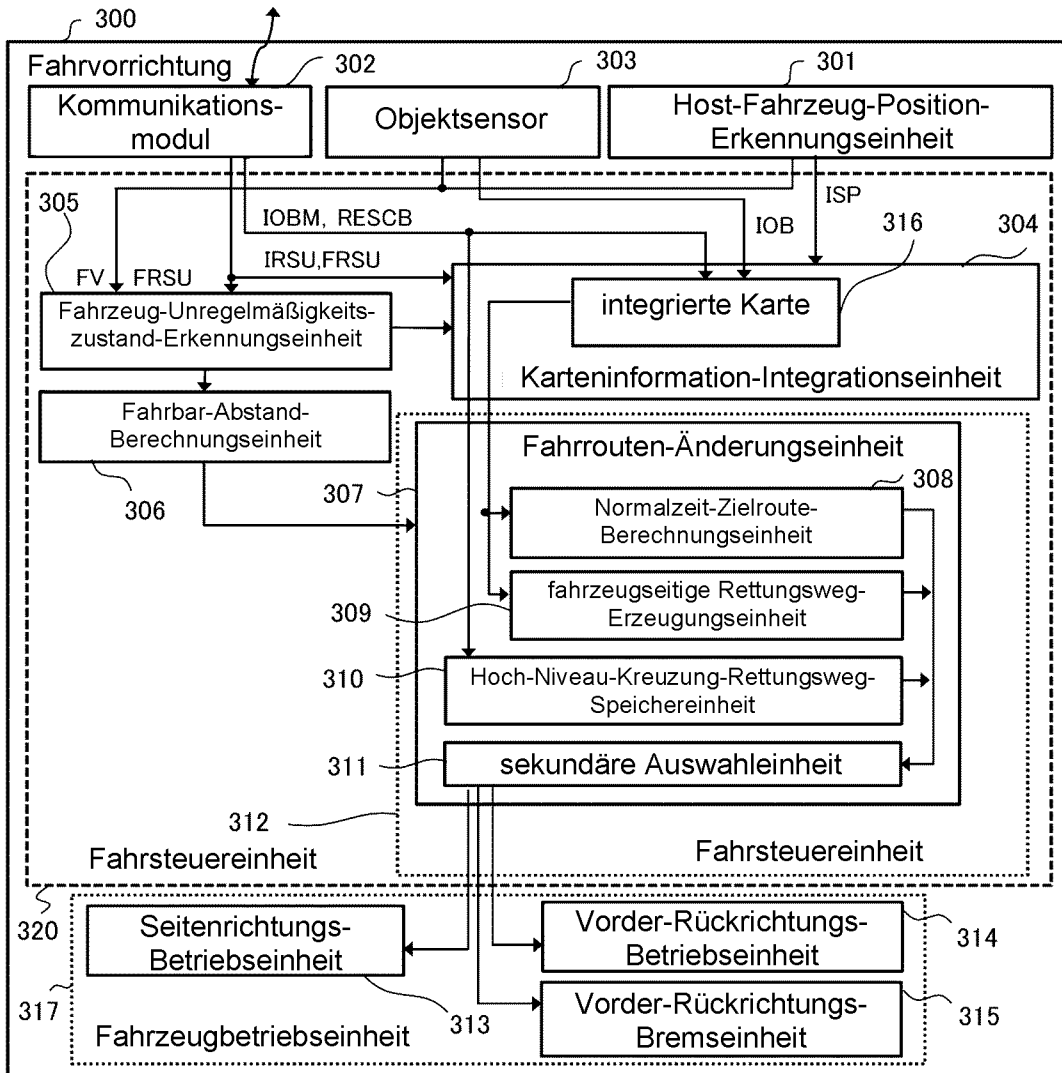


FIG.6

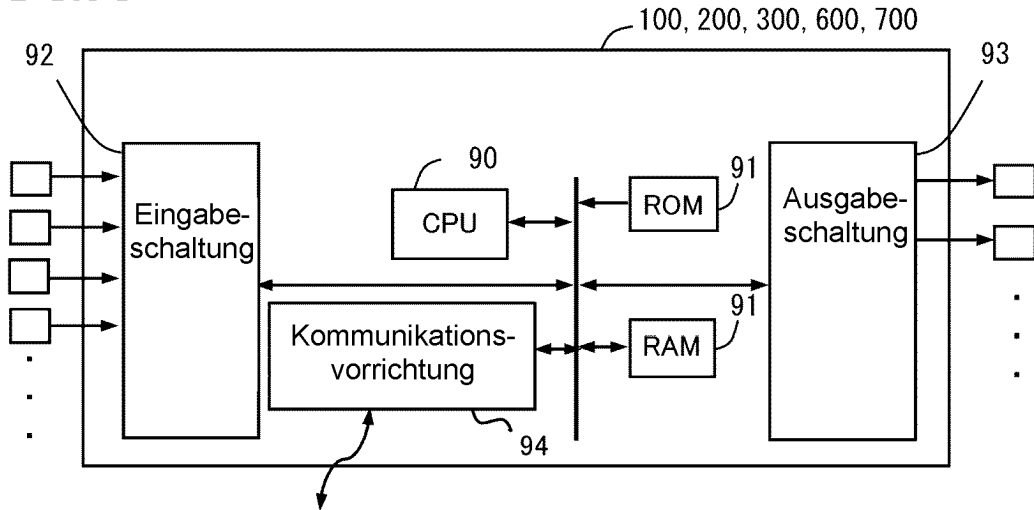


FIG.7

| Hindernis um Route | Kollisionsvermeidungsniveau |
|--|-----------------------------|
| Nichts | 3 |
| stationäres Hindernis ohne Kollision | 2 |
| sich bewegendes Hindernis ohne Kollision | 1 |
| Hindernis mit möglicher Kollision oder unklare Situation | 0 |

FIG.8

| Anhalteposition als ein Endpunkt | Kollisionsvermeidungsniveau-Zusatzpunkte |
|--|--|
| auf einer Station-Anhalteplatz, einer Haltespur oder zeitlich begrenzte Parkzone | + 3 |
| auf Straßenrandstreifen | + 2 |
| auf einem Seitenstreifen | + 1 |

FIG.9

| unregelmäßiger Zustand | Unregelmäßigkeitsniveau | Unregelmäßig-Zeit-Fahrbar-Abstand | Beschreibung in Offenbarung | Beispiel |
|--|-------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|----------|
| keine Unregelmäßigkeit | 0 | L3 | erster Abstand | 100m |
| vorübergehende Unregelmäßigkeit | 1 | L3 | erster Abstand | 100m |
| einzelner Sensorfehler ohne Wettersensor | 2 | L2 | zweiter Abstand | 30m |
| mehrfacher Sensorfehler | 3 | L1 | dritter Abstand | 15m |

FIG.10

| unregelmäßiger Zustand | Unregelmäßigkeitsniveau | Unregelmäßig-Zeit-Fahrbar-Abstand | Beschreibung in Offenbarung | Beispiel |
|---|-------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|----------|
| keine Unregelmäßigkeit | 0 | L3 | erster Abstand | 100m |
| vorübergehende Unregelmäßigkeit | 1 | L3 | erster Abstand | 100m |
| Fehler von Wettersensor | 1 . 5 | L2. 5 | vierter Abstand | 50m |
| einzelner Sensorfehler ohne Wettersensor | 2 | L2 | zweiter Abstand | 30m |
| mehrfacher Sensorfehler | 3 | L1 | dritter Abstand | 15m |
| Unregelmäßigkeit beim Fahren oder Bremsen | 4 | L0 | fünfter Abstand | 0m |

FIG.12

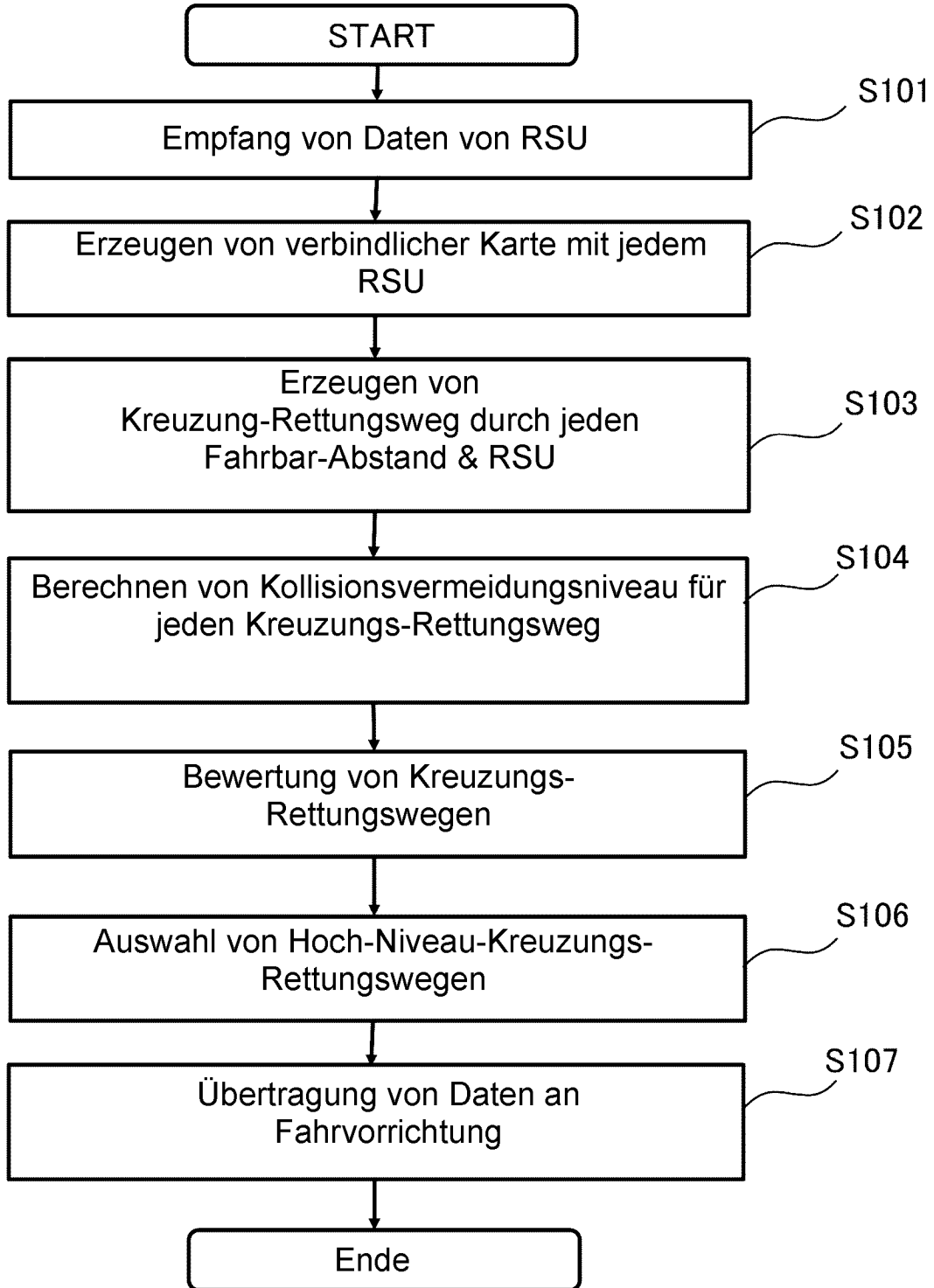


FIG.13

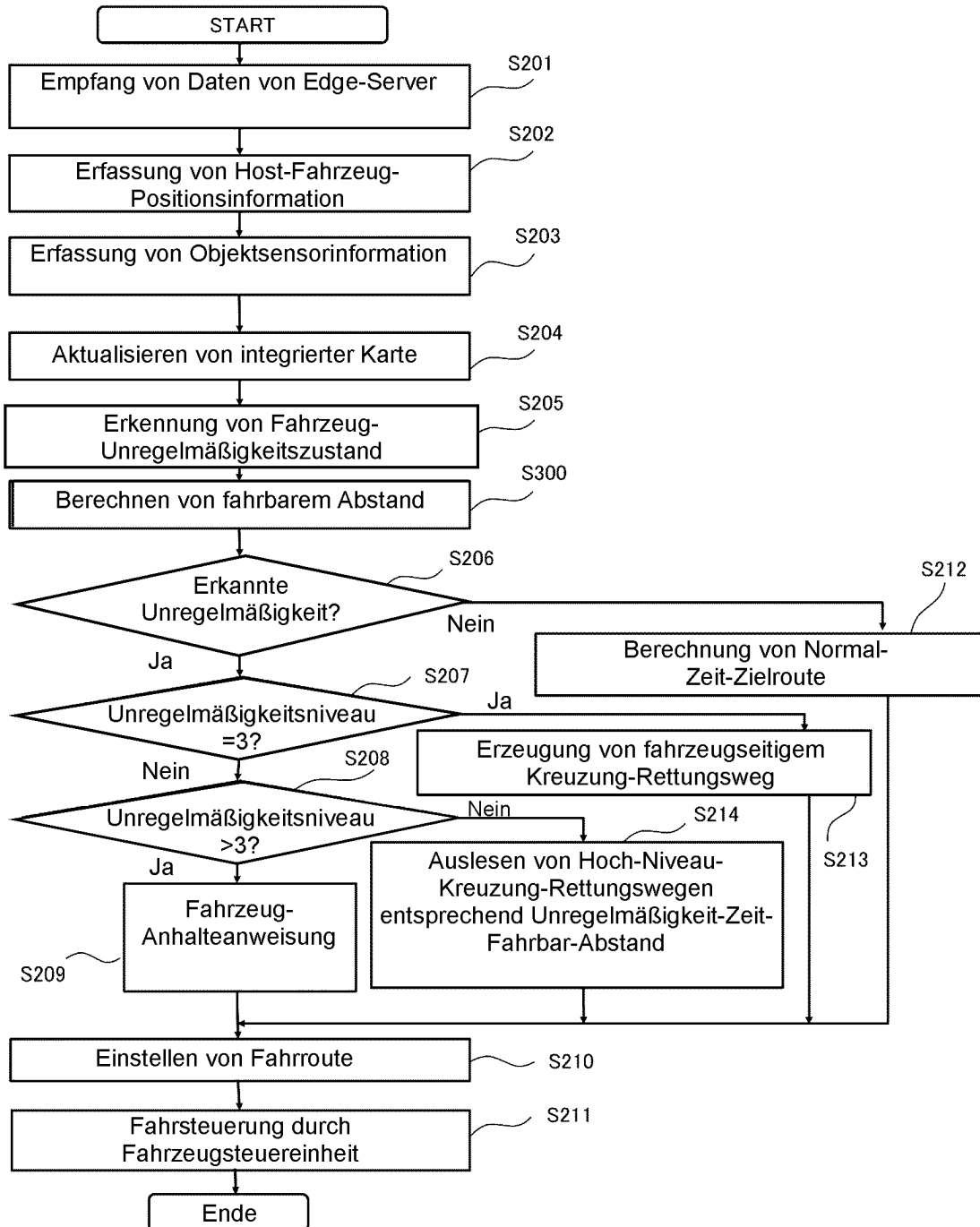


FIG.14

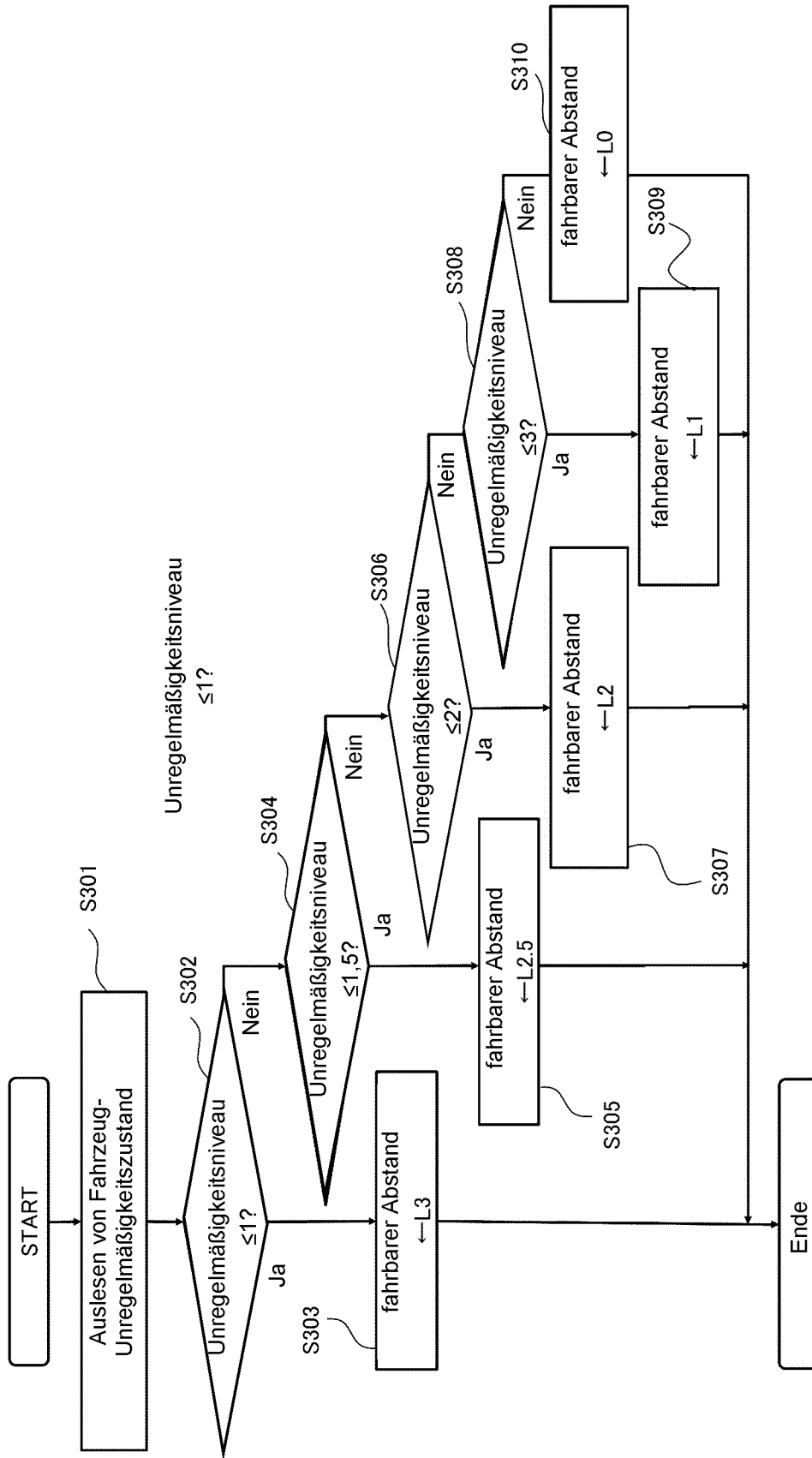


FIG.16

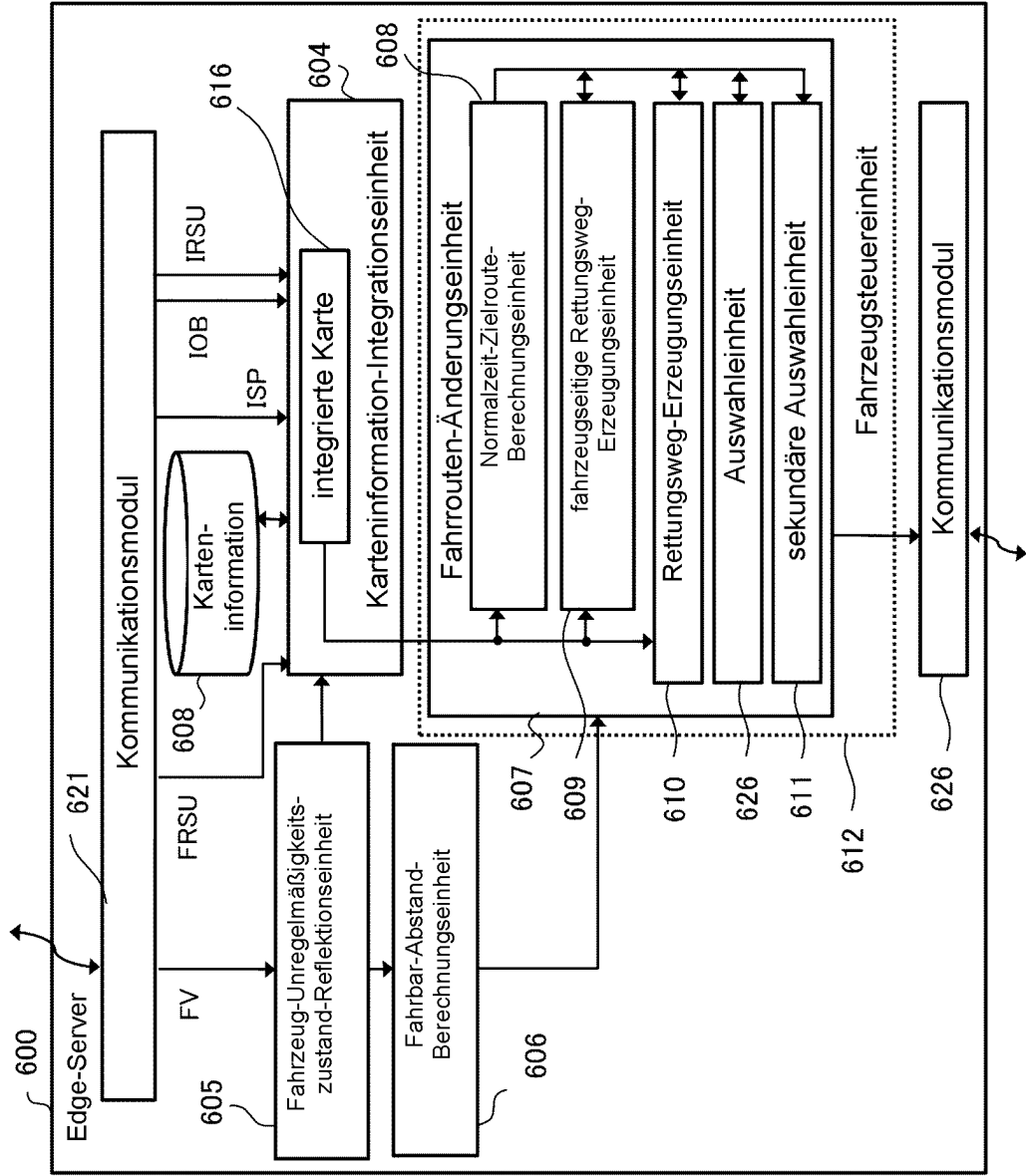


FIG.17

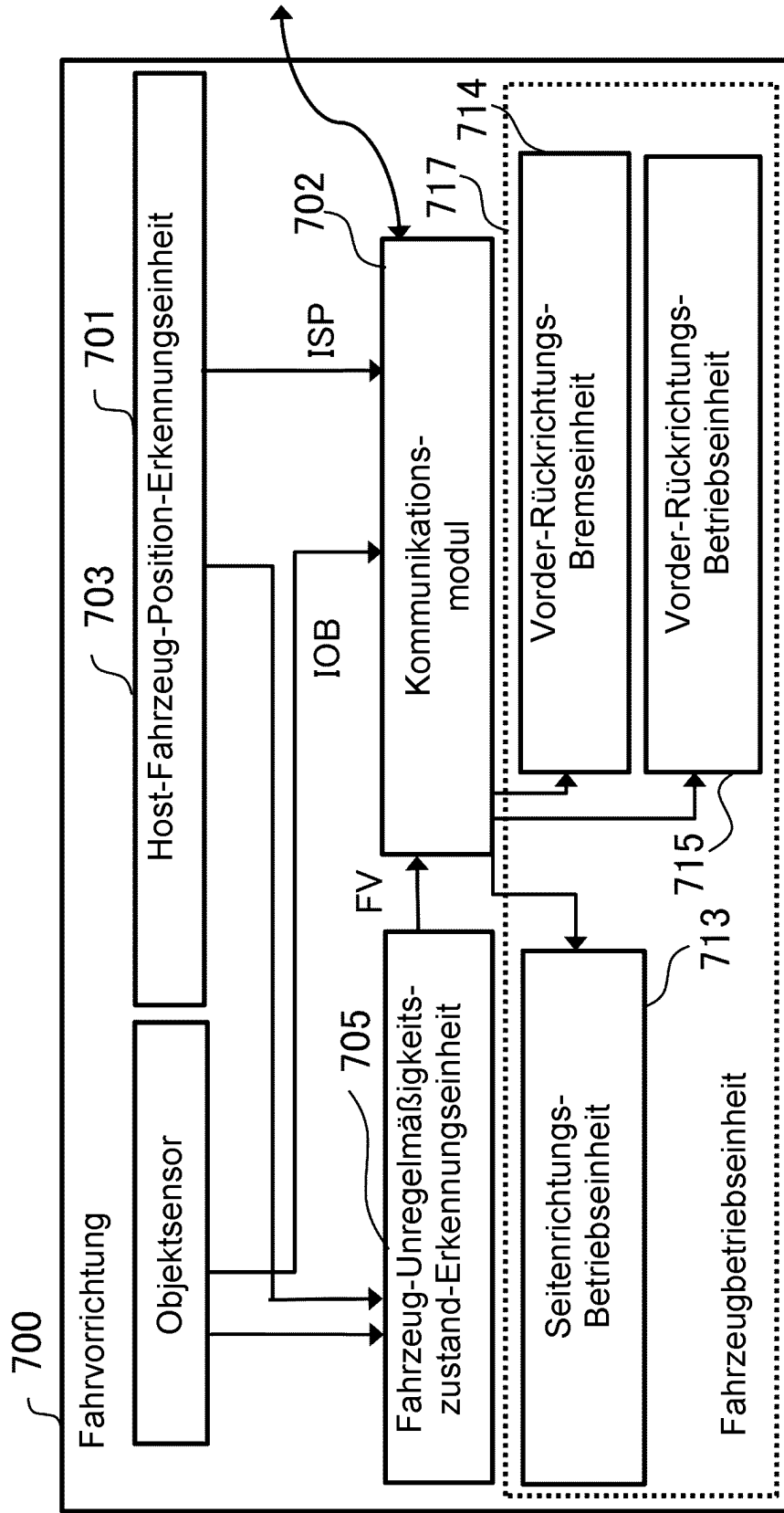


FIG.18

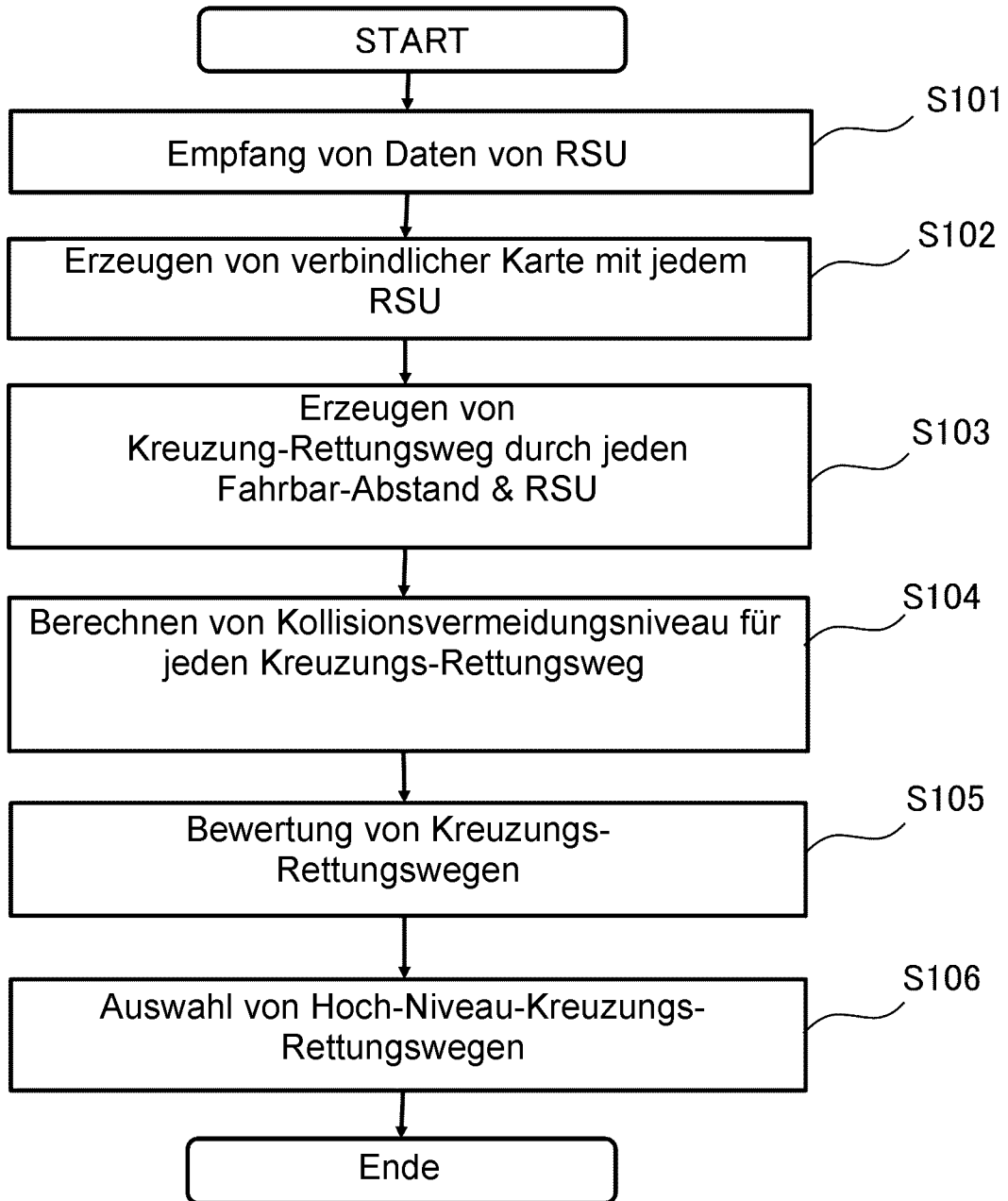


FIG.20

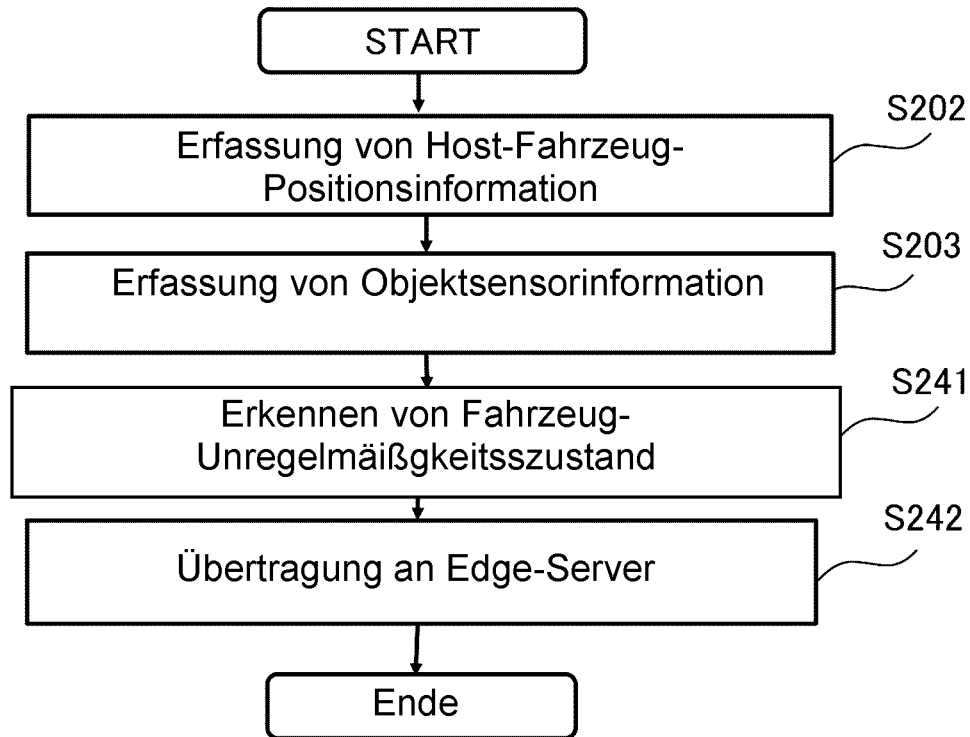


FIG.21

