



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2022 134 820.2**

(22) Anmeldetag: **27.12.2022**

(43) Offenlegungstag: **08.05.2024**

(51) Int Cl.: **B60W 30/16 (2020.01)**

(30) Unionspriorität:
10-2022-0145278 03.11.2022 KR

(71) Anmelder:
HYUNDAI MOBIS CO., LTD., Seoul, KR

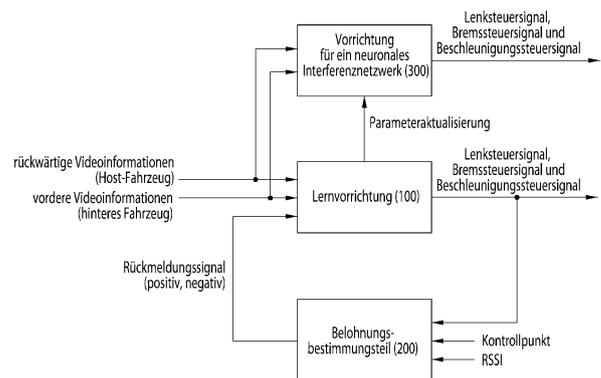
(74) Vertreter:
**Wuesthoff & Wuesthoff Patentanwälte und
Rechtsanwalt PartG mbB, 81541 München, DE**

(72) Erfinder:
Cho, Heung Rae, Seongnam-si, Gyeonggi-do, KR

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung und Verfahren zur Steuerung von Platooning**

(57) Zusammenfassung: Vorgeschlagen werden eine Vorrichtung und ein Steuerungsverfahren für Platooning, wobei die Vorrichtung ein Lerngerät aufweist, das ein Verstärkungslernen auf der Grundlage eines Rückmeldungssignals und von Videoinformationen durchführt und ein Fahren eines Host-Fahrzeugs auf der Grundlage eines Ergebnisses des Verstärkungslernens so steuert, dass ein hinteres Fahrzeug einer Fahrtrajektorie des Host-Fahrzeugs folgen kann, und ein Belohnungsbestimmungsteil, welches das Rückmeldungssignal durch Vergleichen von Koordinaten des hinteren Fahrzeugs mit Koordinaten von Kontrollpunkten für die Fahrtrajektorie des Host-Fahrzeugs erzeugt.



BeschreibungQUERVERWEIS AUF EINE VERWANDTE
ANMELDUNG

[0001] Die vorliegende Anmeldung beansprucht die Priorität der koreanischen Patentanmeldung Nr. 10-2022-0145278, eingereicht am 03. November 2022, deren gesamter Inhalt durch diese Bezugnahme für alle Zwecke in die vorliegende Anmeldung aufgenommen wird.

Technisches Gebiet

[0002] Die vorliegende Offenbarung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur Steuerung von Platooning, die Verstärkungslernen durchführt, so dass Platooning stabil und effizient durchgeführt werden kann, und ein Verfahren zur Steuerung von Platooning.

Hintergrund

[0003] Im Allgemeinen bedeutet Platooning, dass eine Vielzahl von Fahrzeugen, die zu einer Gruppe zusammengefasst sind, Fahrinformationen untereinander austauschen und unter Berücksichtigung einer äußeren Umgebung auf einer Straße fahren.

[0004] Um Platooning stabil durchführen zu können, ist es wichtig, einen Abstand zwischen Platooning-Fahrzeugen einzuhalten und ein hinteres Fahrzeug zu steuern, dass es dem Fahrweg eines vorderen Fahrzeugs folgt.

[0005] Ein autonomes Fahrsystem kann Verstärkungslernen für Platooning durchführen, so dass ein autonomes Fahrzeug während des Platooning eine optimale Aktion durchführt.

[0006] Beim Verstärkungslernen, das zu den Methoden des maschinellen Lernens gehört, wird durch Versuch und Irrtum gelernt, welche Aktion in einem aktuellen Zustand optimal ist. Jedes Mal, wenn eine Aktion ausgeführt wird, wird eine Belohnung gewährt, und das Lernen geht in die Richtung, diese Belohnung zu maximieren.

[0007] Die vorstehenden Ausführungen sollen lediglich zum Verständnis des Hintergrunds der vorliegenden Offenbarung beitragen und bedeuten nicht, dass die vorliegende Offenbarung in den Bereich des verwandten Stands der Technik fällt, der dem Fachmann bereits bekannt ist.

ZUSAMMENFASSUNG

[0008] Dementsprechend wurde die vorliegende Offenbarung unter Berücksichtigung der oben genannten Probleme, die in der verwandten Technik auftreten, gemacht, und die vorliegende Offenbarung

soll eine Vorrichtung zur Steuerung von Platooning vorschlagen, die Verstärkungslernen unter Verwendung von Videoinformationen und Kontrollpunkten für die Fahrtrajektorie eines Host-Fahrzeugs während Platooning durchführt, so dass das Platooning stabil und effizient durchgeführt werden kann.

[0009] Technische Ziele, die mit der vorliegenden Offenbarung erreicht werden sollen, sind nicht auf das oben erwähnte technische Ziel beschränkt, und andere technische Ziele, die oben nicht erwähnt wurden, werden den Fachleuten auf dem Gebiet, zu dem die vorliegende Offenbarung gehört, anhand der folgenden Beschreibung klar verständlich.

[0010] Um das obige Ziel zu erreichen, wird eine Vorrichtung zur Steuerung von Platooning bereitgestellt, wobei die Vorrichtung aufweist: ein Lerngerät, das ein Verstärkungslernen auf der Grundlage eines Rückmeldungssignals und von Videoinformationen durchführt, die von einer Kamera ausgegeben werden, die sowohl in einem Host-Fahrzeug als auch in einem hinteren Fahrzeug vorgesehen ist, die in einem Zug fahren, und die ein Fahren des Host-Fahrzeugs auf der Grundlage eines Ergebnisses des Verstärkungslernens so steuert, dass das hintere Fahrzeug einer Fahrtrajektorie des Host-Fahrzeugs folgen kann; und ein Belohnungsbestimmungsteil, welches Koordinaten des hinteren Fahrzeugs erhält und das Rückmeldungssignal durch Vergleichen der Koordinaten des hinteren Fahrzeugs mit Koordinaten von Kontrollpunkten für die Fahrtrajektorie des Host-Fahrzeugs erzeugt.

[0011] Um das obige Ziel zu erreichen, wird außerdem ein Verfahren zur Steuerung von Platooning bereitgestellt, wobei das Verfahren umfasst: Durchführen des Verstärkungslernens auf der Grundlage des Rückmeldungssignals und der Videoinformationen, die von der Kamera ausgegeben werden, die in jedem von dem Host-Fahrzeug und dem hinteren Fahrzeug, die im Platooning fahren, vorgesehen ist; Steuern eines Fahrens des Host-Fahrzeugs, so dass das hintere Fahrzeug der Fahrtrajektorie des Host-Fahrzeugs auf der Grundlage des Ergebnisses des Verstärkungslernens folgt; und Erzeugen des Rückmeldungssignals durch Vergleichen von Koordinaten des hinteren Fahrzeugs mit Koordinaten der Kontrollpunkte für die Fahrtrajektorie des Host-Fahrzeugs nach einem Erhalten der Koordinaten des hinteren Fahrzeugs.

[0012] Um das obige Ziel zu erreichen, umfasst das Verfahren zur Steuerung des Platooning außerdem: Bestimmen, ob ein Verhältnis eines ersten Abstands zwischen Koordinaten des Host-Fahrzeugs und Koordinaten eines Frontfahrzeugs im Platooning zu einem zweiten Abstand zwischen den Koordinaten des Host-Fahrzeugs und den Koordinaten eines separaten Fahrzeugs in einem voreingestellten

Bereich enthalten ist, wenn das separate Fahrzeug, das nicht das Frontfahrzeug im Platooning ist, von einer Front des Host-Fahrzeugs im Platooning erkannt wird; Erzeugen des Rückmeldungssignals gemäß einem Ergebnis der Bestimmung; Durchführen des Verstärkungslernens auf der Grundlage des Rückmeldungssignals und der Videoinformationen, die von der Kamera ausgegeben werden, die sowohl in dem Host-Fahrzeug als auch in dem Frontfahrzeug vorgesehen ist; und Steuern einer Fahrgeschwindigkeit des Host-Fahrzeugs derart, dass das Verhältnis des ersten Abstands zu dem zweiten Abstand in dem voreingestellten Bereich auf der Grundlage des Ergebnisses des Verstärkungslernens enthalten ist.

[0013] Gemäß der vorliegenden Offenbarung wird das Verstärkungslernen unter Verwendung der Videoinformationen und der Kontrollpunkte für die Fahrtrajektorie des Host-Fahrzeugs während des Platooning durchgeführt, so dass das Host-Fahrzeug ein Fahrzeug hinter dem Host-Fahrzeug stabil und effizient führen kann.

[0014] Auch wenn ein einzelnes Fahrzeug in eine Platooning-Formation einfährt oder ein einzelnes Fahrzeug, das in die Platooning-Formation einfährt, aus der Platooning-Formation ausfährt, kann die Platooning-Formation stabil und effizient verwaltet werden.

[0015] Die durch die vorliegende Offenbarung erzielbaren Wirkungen sind nicht auf die oben beschriebenen Wirkungen beschränkt, und andere, oben nicht beschriebene Wirkungen werden von Fachleuten aus der folgenden Beschreibung klar ersichtlich.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0016] Die obigen und andere Ziele, Merkmale und andere Vorteile der vorliegenden Offenbarung werden aus der folgenden detaillierten Beschreibung in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen klarer verstanden, bei denen:

Fig. 1 ein Blockdiagramm ist, das ein Beispiel für die Konfiguration eines Geräts zur Steuerung von Platooning gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung zeigt;

Fig. 2 ein Sequenzdiagramm ist, das den Prozess eines Informationsaustausches zwischen einem Host-Fahrzeug und einem hinteren Fahrzeug während Platooning gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung zeigt;

Fig. 3 ein Diagramm ist, das die vorderen und hinteren Videos von Platooning-Fahrzeugen gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung zeigt;

Fig. 4 ein Beispiel für den Prozess einer Erzeugung von Kontrollpunkten für die Fahrtrajektorie eines Frontfahrzeugs gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung zeigt;

Fig. 5 ein Beispiel für den Prozess einer Bestimmung von Abständen zwischen dem Host-Fahrzeug, dem hinteren Fahrzeug und einem separaten Fahrzeug gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung zeigt;

Fig. 6 ein Flussdiagramm ist, das den Prozess einer Durchführung von Feedback für das Verstärkungslernen auf der Grundlage der Kontrollpunkte für die Fahrtrajektorie des Host-Fahrzeugs gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung veranschaulicht;

Fig. 7 eine Ansicht ist, die den Prozess einer Durchführung von Rückmeldungen entsprechend den Koordinaten des hinteren Fahrzeugs während Platooning gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung zeigt;

Fig. 8 ein Flussdiagramm ist, das den Prozess einer Durchführung von Rückmeldung auf dem Verstärkungslernen basierend auf einem Abstand zwischen einer Vielzahl von Fahrzeugen veranschaulicht, wenn das Host-Fahrzeug das vordere Fahrzeug in der Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung ist; und

Fig. 9 ein Flussdiagramm ist, das den Prozess einer Durchführung von Rückmeldungen über das Verstärkungslernen auf der Grundlage eines Abstands zwischen einer Vielzahl von Fahrzeugen veranschaulicht, wenn das Host-Fahrzeug das hintere Fahrzeug in der Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung ist.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG

[0017] Im Folgenden wird eine Ausführungsform, die in der vorliegenden Spezifikation offenbart wird, unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen detailliert beschrieben, wobei jedoch gleichen oder ähnlichen Bauteilen unabhängig von den Bezugszeichen die gleichen Bezugszeichen zugewiesen werden und sich überschneidende Beschreibungen davon weggelassen werden. Die Begriffe „Modul“ und „Teil“ für die Komponenten, die in der folgenden Beschreibung verwendet werden, werden nur zur Vereinfachung des Schreibens der Spezifikation angegeben oder vermischt und haben für sich genommen keine unterschiedlichen Bedeutungen oder Rollen. Wenn außerdem festgestellt wird, dass detaillierte Beschreibungen verwandter bekannter Technologien bei der Beschreibung der in der vorliegenden Spezifikation offenbarten Ausführungsform den Kern der Ausführungsform verdecken könnten, wird die detaillierte Beschreibung derselben weggelassen. Darüber hinaus dienen die beigefügten Zeichnungen nur zum leichteren Verständnis der in

dieser Beschreibung offenbarten Ausführungsform und schränken die hierin offenbarte technische Idee nicht ein; sie sind so zu verstehen, dass sie alle Modifikationen, Äquivalente oder Substitute abdecken, die in den Geist und Umfang der vorliegenden Offenbarung fallen.

[0018] Begriffe, die eine Ordnungszahl enthalten, wie z. B. erste und zweite usw., können zur Beschreibung verschiedener Elemente verwendet werden, aber die Elemente werden durch die Begriffe nicht eingeschränkt. Die Begriffe werden nur verwendet, um ein Element von einem anderen zu unterscheiden.

[0019] Wenn ein Element als „gekoppelt“ oder „verbunden“ mit einem anderen Element bezeichnet wird, kann es direkt mit dem anderen Element gekoppelt oder verbunden sein, oder es können dazwischen liegende Elemente vorhanden sein. Auf der anderen Seite sollte es so verstanden werden, dass, wenn ein Element als „direkt gekoppelt“ oder „direkt verbunden“ mit einem anderen Element bezeichnet wird, keine dazwischenliegenden Elemente vorhanden sind.

[0020] Singularformen schließen Pluralformen ein, es sei denn, aus dem Kontext geht eindeutig etwas anderes hervor.

[0021] In der vorliegenden Spezifikation sind Begriffe wie „umfasst“ oder „haben“ so zu verstehen, dass sie das Vorhandensein der in der Spezifikation beschriebenen Merkmale, Zahlen, Schritte, Vorgänge, Komponenten, Teile oder Kombinationen davon bezeichnen, jedoch nicht die Möglichkeit des Vorhandenseins oder der Hinzufügung eines oder mehrerer anderer Merkmale, Zahlen, Schritte, Vorgänge, Komponenten, Teile oder Kombinationen davon ausschließen.

[0022] In der vorliegenden Ausführungsform wird ein Verstärkungslernen unter Verwendung eines Rückmeldungssignals und von Videoinformationen durchgeführt, die von einer Kamera ausgegeben werden, die sowohl in einem Host-Fahrzeug als auch in einem hinteren Fahrzeug während eines Platooning vorhanden ist, um das Fahren des Host-Fahrzeugs so zu steuern, dass das hintere Fahrzeug der Fahrtrajektorie des Host-Fahrzeugs folgen kann.

[0023] Genauer gesagt kann es für das hintere Fahrzeug abhängig von einem Abstand oder Winkel zwischen einem Host-Fahrzeug und einem hinteren Fahrzeug schwierig sein, der Fahrtrajektorie des Host-Fahrzeugs zu folgen und in einer Platooning-Formation innerhalb eines vorbestimmten Bereichs zu bleiben, und dementsprechend wird vorgeschlagen, dass das hintere Fahrzeug der Fahrtrajektorie des Host-Fahrzeugs durch die Fahrsteuerung des

Host-Fahrzeugs auf der Grundlage von Verstärkungslernen folgen kann.

[0024] Ein Host-Fahrzeug, ein hinteres Fahrzeug und ein vorderes Fahrzeug, die unten aufgeführt sind, beziehen sich auf Fahrzeuge, die in einer Platooning-Formation enthalten sind, und ein Fahrzeug, das nicht zu den Fahrzeugen im Platooning gehört, wird als ein separates Fahrzeug bezeichnet.

[0025] Darüber hinaus kann die Fahrtrajektorie eines Host-Fahrzeugs eine Trajektorie einer Strecke umfassen, welche das Host-Fahrzeug bis zu diesem Punkt durchfahren hat, und eine Trajektorie eines Pfads, die entsprechend der zukünftigen Fahrweise des Host-Fahrzeugs ermittelt wurde.

[0026] Vor einer Beschreibung eines Verfahrens zur Steuerung von Platooning-Steuerung gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung wird die Konfiguration der Vorrichtung zur Steuerung von Platooning gemäß der Ausführungsform unter Bezugnahme auf **Fig. 1** beschrieben.

[0027] **Fig. 1** ist ein Blockdiagramm, das ein Beispiel für die Konfiguration der Vorrichtung zur Steuerung von Platooning gemäß der Ausführung der vorliegenden Offenbarung zeigt.

[0028] Wie in **Fig. 1** dargestellt, kann die Vorrichtung zur Steuerung von Platooning ein Lerngerät 100, ein Belohnungsbestimmungsteil 200 und ein Gerät für ein neuronales Inferenznetzwerk 300 umfassen. **Fig. 1** zeigt hauptsächlich Komponenten, die mit der vorliegenden Offenbarung zusammenhängen, und eine tatsächliche Platooning-Vorrichtung kann mehr oder weniger Komponenten als die Komponenten der vorliegenden Offenbarung aufweisen.

[0029] Nachfolgend wird jede einzelne Komponenten der Vorrichtung zur Steuerung von Platooning beschrieben.

[0030] Erstens kann das Lerngerät 100 einem Agenten entsprechen, der ein Ziel des Verstärkungslernens für Platooning ist.

[0031] Das Lerngerät 100 kann ein Verstärkungslernen durch ein neuronales Netzwerk auf der Grundlage eines Rückmeldungssignals und von Videoinformationen durchführen, die von einer Kamera ausgegeben werden, die sowohl in dem Host-Fahrzeug als auch in dem hinteren Fahrzeug im Platooning vorgesehen ist, und kann das Fahren des Host-Fahrzeugs so steuern, dass das hintere Fahrzeug der Fahrtrajektorie des Host-Fahrzeugs entsprechend dem Ergebnis des Verstärkungslernens folgen kann.

[0032] In diesem Fall kann das Lerngerät 100 ein Fahren des Host-Fahrzeugs steuern, indem es ein Lenksteuersignal, ein Bremssteuersignal und ein Beschleunigungssteuersignal ausgibt.

[0033] Die Videoinformationen können hintere Videoinformationen, die von einer Heckkamera des Host-Fahrzeugs ausgegeben werden, und vordere Videoinformationen, die von einer Frontkamera des Heckfahrzeugs ausgegeben werden, enthalten. Die hinteren Videoinformationen und die vorderen Videoinformationen entsprechen dem Zustand von Platooning und können Merkmale einer realen Straße wiedergeben, auf der das Host-Fahrzeug gerade fährt.

[0034] Dementsprechend kann das Lerngerät 100 das hintere Fahrzeug so steuern, dass es in einer außergewöhnlichen Platooning-Situation stabil der Fahrtrajektorie des Host-Fahrzeugs folgt, indem das Verstärkungslernen durch die hinteren Videoinformationen und die vorderen Videoinformationen entsprechend einem aktuellen Platooning-Zustand durchgeführt wird, wodurch die Leistung des Host-Fahrzeugs, welches das hintere Fahrzeug anführt, verbessert wird.

[0035] Ein Feedbacksignal kann einer Belohnung für das Verstärkungslernen entsprechen. Genauer gesagt, kann das Feedbacksignal eine positive oder negative Rückmeldung darüber geben, ob ein Host-Fahrzeug der Fahrtrajektorie eines Fahrzeugs vor dem Host-Fahrzeug folgt. Dementsprechend kann das Lerngerät 100 eine Strategie für das verstärkende Lernen entsprechend dem Feedbacksignal beibehalten oder ändern.

[0036] Das Lenksteuersignal, das Bremssteuersignal und das Beschleunigungssteuersignal entsprechen Aktionen für das Verstärkungslernen. Genauer gesagt kann das Lerngerät 100 den Fahrzustand (z. B. Fahrtrichtung und Fahrgeschwindigkeit usw.) eines Host-Fahrzeugs steuern, indem sie ein Steuersignal, das für das Fahren des Host-Fahrzeugs erforderlich ist, an eine Steuereinheit überträgt, die mit dem Fahren, z. B. dem Lenken, Bremsen und Fahren, in Verbindung steht.

[0037] Zum Beispiel kann das Lerngerät 100 das Lenksteuersignal an eine Lenksteuerung (nicht gezeigt) ausgeben, die den Drehwinkel eines Lenkrads einstellt, um einen Lenkwinkel des Host-Fahrzeugs zu steuern, und kann das Bremssteuersignal an eine Bremssteuerung (nicht gezeigt) ausgeben, die den Betrag einer hydraulischen Bremse oder eine Motorsteuerung (nicht gezeigt) einstellt, die den Betrag einer regenerativen Bremse einstellt, um den Bremsbetrag des Host-Fahrzeugs zu steuern. Darüber hinaus kann das Lerngerät 100 das Beschleunigungssteuersignal an einen Elektromotor oder eine Antriebssteuerung (nicht dargestellt)

ausgeben, die das Ausgangsdrehmoment eines Motors einstellt, um die Beschleunigung des Host-Fahrzeugs zu steuern.

[0038] Darüber hinaus kann das Lerngerät 100 bei einer Steuerung der Fahrgeschwindigkeit des Host-Fahrzeugs die Möglichkeit einer Kollision während der Fahrsteuerung des Host-Fahrzeugs verringern, indem es berücksichtigt, ob sich ein vorderes Hindernis innerhalb eines vorgegebenen Bereichs von der Vorderseite des Host-Fahrzeugs befindet.

[0039] Gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung kann das Lerngerät 100 einen Prozessor (z. B. Computer, Mikroprozessor, CPU, ASIC, Schaltungen, Logikschaltungen usw.) und einen zugehörigen nichttransitorischen Speicher umfassen, der Softwarebefehle speichert, die bei Ausführung durch den Prozessor die oben beschriebenen Funktionen bereitstellen. Dabei können der Speicher und der Prozessor als getrennte Halbleiterschaltungen implementiert werden. Alternativ können der Speicher und der Prozessor als eine einzige integrierte Halbleiterschaltung ausgeführt werden. Der Prozessor kann als einer oder mehrere Prozessoren implementiert sein.

[0040] Indes kann der Belohnungsbestimmungsteil 200 ein Rückmeldungssignal erzeugen, das einer Belohnung für das Verstärkungslernen entspricht, basierend auf dem Lenksteuersignal, dem Bremssteuersignal und dem Beschleunigungssteuersignal, die Aktionen für das Verstärkungslernen entsprechen.

[0041] Darüber hinaus kann das Belohnungsbestimmungsteil 200 die Koordinaten von Kontrollpunkten für die Fahrtrajektorie des Host-Fahrzeugs von dem Host-Fahrzeug und die Koordinaten des hinteren Fahrzeugs erhalten und das Rückmeldungssignal durch Vergleichen der Koordinaten der Kontrollpunkte mit den Koordinaten des hinteren Fahrzeugs erzeugen.

[0042] In diesem Fall können die Koordinaten des hinteren Fahrzeugs von dem hinteren Fahrzeug empfangen und erhalten werden oder durch einen Sensor, wie z. B. eine Kamera, ein Radar oder ein LiDAR, der in dem Host-Fahrzeug vorhanden ist, erhalten werden.

[0043] Darüber hinaus kann das Belohnungsbestimmungsteil 200 die Koordinaten der Kontrollpunkte an das hintere Fahrzeug übertragen, so dass das hintere Fahrzeug der Fahrtrajektorie des Host-Fahrzeugs auf der Grundlage der Kontrollpunkte folgt. Dementsprechend kann das hintere Fahrzeug fahren, während es der Trajektorie des Host-Fahrzeugs durch die übertragenen Kontrollpunkte folgt, und die

Koordinaten des hinteren Fahrzeugs, das dem Host-Fahrzeug folgt, werden basierend auf den Kontrollpunkten erzeugt, um bei dem Verstärkungslernen berücksichtigt zu werden, so dass eine Vollständigkeit des Verstärkungslernens des Lerngeräts 100 verbessert werden kann.

[0044] In der Ausführungsform können die Kontrollpunkte als Merkmalspunkte definiert werden, welche die Form einer Spline-Kurve steuern, die der Fahrtrajektorie des Host-Fahrzeugs entspricht.

[0045] Die Spline-Kurve kann einer glatten Kurve entsprechen, die die Fahrtrajektorie des Host-Fahrzeugs unter Verwendung einer Spline-Funktion darstellt. Je nach Ausführungsform kann die Spline-Kurve entweder einer interpolierenden Spline-Kurve entsprechen, die durch die Kontrollpunkte verläuft, oder einer annähernden Spline-Kurve, die nicht durch die mittleren Kontrollpunkte verläuft. Ob die approximierende Spline-Kurve durch einen Startkontrollpunkt und einen Endkontrollpunkt verläuft, kann dabei je nach Ausführungsform unterschiedlich vorgegeben werden.

[0046] Nachfolgend wird unter der Annahme, dass die Spline-Kurve, die der Fahrtrajektorie des Host-Fahrzeugs entspricht, der angenäherten Spline-Kurve entspricht, das Betriebsverfahren des Belohnungsbestimmungsteils 200 zur Erzeugung eines Rückmeldungssignals beschrieben.

[0047] Wenn die Koordinaten des hinteren Fahrzeugs im Vergleich zu den Koordinaten der Kontrollpunkte außerhalb einer Fahrspur liegen, kann das Belohnungsbestimmungsteil 200 feststellen, dass das hintere Fahrzeug von der Fahrtrajektorie des Host-Fahrzeugs in der Richtung der Kontrollpunkte abweicht, und kann das Rückmeldesignal als negative Rückmeldung ausgeben. In diesem Fall entspricht die Fahrspur einer Fahrspur, auf der das hintere Fahrzeug gerade fährt.

[0048] Wenn die Koordinaten des hinteren Fahrzeugs außerhalb eines voreingestellten Gefahrenabstands von den Koordinaten der Kontrollpunkte liegen, kann das Belohnungsbestimmungsteil 200 außerdem feststellen, dass das hintere Fahrzeug von der Fahrtrajektorie des Host-Fahrzeugs in einer Richtung abweicht, die der Richtung der Kontrollpunkte entgegengesetzt ist, und kann das Rückmeldungssignal als negative Rückmeldung ausgeben.

[0049] In diesem Fall, wenn die Koordinaten des hinteren Fahrzeugs außerhalb der Fahrspur liegen verglichen mit den Koordinaten der Kontrollpunkte oder außerhalb eines voreingestellten Gefahrenabstands zu den Koordinaten der Kontrollpunkte liegen, kann das Lerngerät 100 mindestens eines von der Fahrtrichtung und der Fahrgeschwindigkeit des

Host-Fahrzeugs so steuern, dass das hintere Fahrzeug der Fahrtrajektorie des Host-Fahrzeugs folgen kann.

[0050] Zum Beispiel steuert das Lerngerät 100 durch das Bremssteuersignal die Erhöhung der Bremsleistung des Host-Fahrzeugs und steuert durch das Lenksteuersignal die Verringerung des Lenkwinkels des Host-Fahrzeugs und kann so das Fahren des Host-Fahrzeugs so steuern, dass das hintere Fahrzeug der Fahrtrajektorie des Host-Fahrzeugs folgen kann.

[0051] Die Beschreibung einer Reihenfolgebeziehung zwischen der Fahrsteuerung des Host-Fahrzeugs durch die Ausgabe des Lenksteuersignals, des Beschleunigungssteuersignals und des Bremssteuersignals durch das Lerngerät 100 und die Ausgabe eines Rückmeldungssignals durch das Belohnungsbestimmungsteil 200 wird indes weggelassen.

[0052] Beispielsweise kann das Lerngerät 100 entsprechend der Ausgabe des Rückmeldesignals des Belohnungsbestimmungsteils 200 den Antrieb des Host-Fahrzeugs steuern, und im Gegensatz dazu können das Rückmeldesignal und das Signal für die Antriebssteuerung des Host-Fahrzeugs gleichzeitig von dem Belohnungsbestimmungsteil 200 bzw. dem Lerngerät 100 ausgegeben werden.

[0053] Wenn die Koordinaten des hinteren Fahrzeugs im Vergleich zu den Koordinaten der Kontrollpunkte innerhalb der Fahrspur liegen und sich innerhalb eines voreingestellten Gefährdungsabstands von den Kontrollpunkten befinden, kann das Belohnungsbestimmungsteil 200 feststellen, dass das hintere Fahrzeug stabil der Fahrtrajektorie des Host-Fahrzeugs folgt. In diesem Fall kann der Belohnungsbestimmungsteil 200 das Rückmeldesignal als positive Rückmeldung ausgeben.

[0054] Dementsprechend gibt das Belohnungsbestimmungsteil 200 gemäß der Ausführungsform basierend auf den Koordinaten der Kontrollpunkte für die Fahrtrajektorie des Host-Fahrzeugs eine Rückmeldung darüber, ob das hintere Fahrzeug der Fahrtrajektorie des Host-Fahrzeugs folgt, an das Lerngerät 100, so dass eine Datengröße und ein Berechnungsbetrag für die Fahrtrajektorie des Host-Fahrzeugs verringert werden können.

[0055] Darüber hinaus kann das Belohnungsbestimmungsteil 200 das Rückmeldungssignal als irgendeine von einer positiven Rückmeldung und einer negativen Rückmeldung ausgeben, je nachdem, ob ein erster Abstand zwischen dem Host-Fahrzeug und dem hinteren Fahrzeug in einem voreingestellten ersten Bereich enthalten ist.

[0056] Wenn beispielsweise der erste Abstand zwischen dem Host-Fahrzeug und dem hinteren Fahrzeug in dem voreingestellten ersten Bereich liegt, kann das Belohnungsbestimmungsteil 200 feststellen, dass das hintere Fahrzeug einen stabilen Abstand zu dem Host-Fahrzeug einhält, und kann das Rückmeldungssignal als positive Rückmeldung ausgeben.

[0057] Im Gegensatz dazu kann das Belohnungsermittlungsteil 200 das Rückmeldesignal als negative Rückmeldung ausgeben, wenn der erste Abstand zwischen dem Host-Fahrzeug und dem hinteren Fahrzeug nicht in dem voreingestellten ersten Bereich enthalten ist.

[0058] In diesem Fall, wenn der erste Abstand zwischen dem Host-Fahrzeug und dem hinteren Fahrzeug außerhalb des voreingestellten ersten Bereichs liegt, kann das Lerngerät 100 die Fahrgeschwindigkeit des Host-Fahrzeugs so steuern, dass der erste Abstand zwischen dem Host-Fahrzeug und dem hinteren Fahrzeug in den voreingestellten ersten Bereich aufgenommen wird.

[0059] Genauer gesagt, wenn der erste Abstand zwischen dem Host-Fahrzeug und dem hinteren Fahrzeug die obere Grenze des voreingestellten ersten Bereichs überschreitet, kann das Lerngerät 100 die Bremssteuerung des Host-Fahrzeugs so durchführen, dass der erste Abstand zwischen dem Host-Fahrzeug und dem hinteren Fahrzeug in den voreingestellten ersten Bereich aufgenommen wird.

[0060] Im Gegensatz dazu kann das Lerngerät 100, wenn der erste Abstand zwischen dem Host-Fahrzeug und dem hinteren Fahrzeug kleiner als die untere Grenze des voreingestellten ersten Bereichs ist, die Beschleunigungssteuerung des Host-Fahrzeugs so durchführen, dass der erste Abstand zwischen dem Host-Fahrzeug und dem hinteren Fahrzeug in den voreingestellten ersten Bereich aufgenommen wird.

[0061] Indes kann der erste Abstand zwischen dem Host-Fahrzeug und dem hinteren Fahrzeug auf der Grundlage der Empfangsstärke eines vom hinteren Fahrzeug empfangenen Funksignals bestimmt werden.

[0062] In diesem Fall nimmt mit zunehmender Empfangsstärke des drahtlosen Signals ein Abstand zwischen dem Host-Fahrzeug und dem hinteren Fahrzeug ab, so dass der erste Abstand als gering angesehen werden kann, und mit abnehmender Empfangsstärke eines drahtlosen Signals nimmt ein Abstand zwischen dem Host-Fahrzeug und dem hinteren Fahrzeug zu, so dass der erste Abstand als groß angesehen werden kann.

[0063] Die Empfangsstärke des drahtlosen Signals kann z. B. eine Empfangssignalstärkeanzeige (RSSI) sein.

[0064] Darüber hinaus kann der voreingestellte erste Bereich für den ersten Abstand zwischen dem Host-Fahrzeug und dem hinteren Fahrzeug gemäß Ausführungsformen auf verschiedene Weise voreingestellt werden.

[0065] Dementsprechend kann das Belohnungsbestimmungsteil 200 gemäß der Ausführungsform durch die empfangene Signalstärke des drahtlosen Signals dem Lerngerät 100 eine Rückmeldung darüber geben, ob der erste Abstand zwischen dem Host-Fahrzeug und dem hinteren Fahrzeug stabil eingehalten wird, und das Lerngerät 100 kann die Beschleunigungs- und Bremscharakteristiken des Host-Fahrzeugs für den ersten Abstand zwischen dem Host-Fahrzeug und dem hinteren Fahrzeug durch die von dem Belohnungsbestimmungsteil 200 gelieferte Rückmeldung lernen.

[0066] In der Ausführungsform entspricht das Belohnungsbestimmungsteil 200 einer Steuerung, die für die Rückmeldung über das Verstärkungslernen des Lerngeräts 100 zuständig ist, und kann zu diesem Zweck ein Kommunikationsgerät, das mit anderen Steuerungen oder Sensoren kommuniziert, ein Betriebssystem oder einen Speicher, der logische Befehle und Eingabe-/Ausgabebefehle speichert, und einen oder mehrere Prozessoren, die die für die Steuerung einer verantwortlichen Funktion erforderlichen Entscheidungen, Berechnungen und Bestimmungen durchführen, umfassen.

[0067] Nachdem sich das in dem Lerngerät 100 durchgeführte Verstärkungslernen für Platooning stabilisiert hat, kann das Gerät 300 für das neuronale Inferenznetzwerk periodisch einen Parameter für das in dem Lerngerät 100 enthaltene neuronale Netzwerk aktualisieren.

[0068] Das Gerät 300 für das neuronale Interferenznetzwerk kann die vorderen Videoinformationen und die hinteren Videoinformationen auf der Grundlage der aktualisierten Parameter ohne Rückmeldung von dem Belohnungsbestimmungsteil 200 empfangen und das Fahren des Host-Fahrzeugs so steuern, dass das hintere Fahrzeug der Fahrtrajektorie des Host-Fahrzeugs folgen kann.

[0069] In diesem Fall kann das Gerät für das neuronale Interferenznetzwerk wie das Lerngerät 100 das Fahren des Host-Fahrzeugs steuern, indem sie das Lenksteuersignal, das Bremssteuersignal und das Beschleunigungssteuersignal ausgibt.

[0070] Dementsprechend, nachdem das Verstärkungslernen für Platooning stabilisiert ist, führt das

neuronalen Inferenznetzwerkgerät 300 die Lenksteuerung, Bremssteuerung und Beschleunigungssteuerung des Host-Fahrzeugs nur durch die Videoinformationen ohne zusätzliches Verstärkungslernen durch, so dass der Umfang einer Berechnung für das Verstärkungslernen der Vorrichtung zur Steuerung von Platooning reduziert werden kann.

[0071] Gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung kann das neuronale Inferenznetzwerkgerät 300 einen Prozessor (z. B. Computer, Mikroprozessor, CPU, ASIC, Schaltungen, Logikschaltungen usw.) und einen zugehörigen nichttransitorischen Speicher umfassen, der Softwarebefehle speichert, die bei Ausführung durch den Prozessor die oben beschriebenen Funktionen bereitstellen. Der Speicher und der Prozessor können als separate Halbleiterschaltungen ausgeführt werden. Alternativ können der Speicher und der Prozessor als eine einzige integrierte Halbleiterschaltung ausgeführt werden. Der Prozessor kann einen oder mehrere Prozessoren ausbilden.

[0072] Gemäß der oben beschriebenen Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung kann bei der Steuerung des Fahrens des Host-Fahrzeugs, das an einer relativ vorderen Seite fährt, durch das Ergebnis des Verstärkungslernens ein Grad verbessert werden, zu dem das hintere Fahrzeug, das dem Host-Fahrzeug folgt, dessen Fahrtrajektorie folgt.

[0073] Dadurch kann auch ein Grad, zu dem hintere Fahrzeuge, die dem hinteren Fahrzeug folgen, der Fahrtrajektorie folgen, seriell verbessert werden, und in diesem Fall kann die Platooning-Formation für die Fahrzeuge hinter dem Host-Fahrzeug nur mit einer bestehenden Folgesteuerung verwaltet werden, so dass die Effizienz der gesamten Platooning-Steuerung verbessert werden kann.

[0074] Fig. 1 zeigt Komponenten der Vorrichtung zur Steuerung von Platooning gemäß der Ausführungsform und eine Funktion, die von jeder der Komponenten ausgeführt wird, und ein Informationsaustausch während Platooning wird nachfolgend unter Bezugnahme auf Fig. 2 beschrieben.

[0075] Fig. 2 ist ein Sequenzdiagramm, das den Prozess eines Informationsaustausches zwischen einem Host-Fahrzeug und einem hinteren Fahrzeug während Platooning gemäß der vorliegenden Offenbarung zeigt.

[0076] In Fig. 2 wird davon ausgegangen, dass das Host-Fahrzeug F die oben unter Bezugnahme auf Fig. 1 beschriebenen Komponenten aufweist und das hintere Fahrzeug R, das ein Fahrzeug ist, das zusammen mit dem Host-Fahrzeug F fährt, ein Fahrzeug ist, das direkt mit dem Host-Fahrzeug F kom-

muniziert oder über eine Infrastruktur Kommunikation unterstützt.

[0077] Zunächst kann das Host-Fahrzeug F hintere Videoinformationen erzeugen, indem es die von der Rückkamera ausgegebenen Videoinformationen in S101 herunterrechnet und komprimiert, und das hintere Fahrzeug R kann vordere Videoinformationen erzeugen, indem es die von der Frontkamera ausgegebenen Videoinformationen in S103 herunterrechnet und komprimiert.

[0078] Als nächstes kann das Host-Fahrzeug F die hinteren Videoinformationen und das Funksignal an das hintere Fahrzeug R übertragen, und das hintere Fahrzeug R kann die vorderen Videoinformationen und das Funksignal an das Host-Fahrzeug F bei S105 übertragen.

[0079] Das Host-Fahrzeug F kann die empfangenen vorderen Videoinformationen wiederherstellen und die Empfangssignalstärke des von dem hinteren Fahrzeug R empfangenen Funksignals bei S107 messen. Ebenso kann das hintere Fahrzeug R die empfangenen hinteren Videoinformationen wiederherstellen und die Empfangssignalstärke des von dem Host-Fahrzeug F empfangenen Funksignals in S109 messen.

[0080] Das Host-Fahrzeug F kann durch die von der Rückkamera ausgegebenen Videoinformationen und die von dem hinteren Fahrzeug R empfangenen vorderen Videoinformationen in S111 eine sichtbasierte Trajektorie erstellen und in S113 die Koordinaten der Kontrollpunkte entsprechend der sichtbasierten Trajektorie erzeugen.

[0081] Darüber hinaus kann das Host-Fahrzeug F die Koordinaten der Kontrollpunkte an das Heckfahrzeug R übertragen, so dass das Heckfahrzeug R der Fahrtrajektorie des Host-Fahrzeugs auf der Grundlage der Kontrollpunkte folgen kann. Dadurch können die Koordinaten des hinteren Fahrzeugs den Kontrollpunkten entsprechen, und die Koordinaten des hinteren Fahrzeugs R, das dem Host-Fahrzeug F auf der Grundlage der Kontrollpunkte folgt, können beim Verstärkungslernen berücksichtigt werden.

[0082] Das Host-Fahrzeug F kann auf der Grundlage der Koordinaten der Kontrollpunkte und des gemessenen Wertes der empfangenen Signalstärke eines drahtlosen Signals bei S115 eine Rückmeldung über das Verstärkungslernen vornehmen, und gemäß der Ausführungsform können das Lenksteuersignal, das Bremssteuersignal und das Beschleunigungssteuersignal bei S117 an das hintere Fahrzeug R übertragen werden, um das Fahren des hinteren Fahrzeugs R gemäß der Rückmeldung zu steuern.

[0083] Nach der Rückmeldung, entsprechend dem Ergebnis des Verstärkungslernens, werden die Lenksteuerung, die Bremssteuerung und die Beschleunigungssteuerung des Host-Fahrzeugs F so durchgeführt, dass das Fahren des Host-Fahrzeugs F bei S119 gesteuert werden kann.

[0084] Nachfolgend werden Elemente des Verstärkungslernens unter Bezugnahme auf die Fig. 3 bis 5 beschrieben.

[0085] Fig. 3 ist ein Diagramm, das die vorderen und hinteren Videos von Platooning-Fahrzeugen gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung zeigt.

[0086] Wie in Fig. 3 dargestellt, kann sich ein vorderes Fahrzeug F' vor dem Host-Fahrzeug F befinden und ein hinteres Fahrzeug R kann sich hinter dem Host-Fahrzeug F befinden. Außerdem kann sich zwischen dem Host-Fahrzeug F und dem hinteren Fahrzeug R ein separates Fahrzeug C befinden, das kein Platooning-Fahrzeug ist.

[0087] Ein Frontvideo FV kann durch die Frontkamera jedes Fahrzeugs aufgenommen werden, und ein Heckvideo RV kann durch die Heckkamera jedes Fahrzeugs aufgenommen werden.

[0088] In diesem Fall kann das Lerngerät 100 des Host-Fahrzeugs F gegenseitig überlappende Teile des hinteren Videos RV des Host-Fahrzeugs F und des vorderen Videos FV, das von dem hinteren Fahrzeug R aufgenommen wurde, auf der Grundlage der hinteren Videoinformationen des Host-Fahrzeugs F und der vorderen Videoinformationen des hinteren Fahrzeugs R bestimmen und den Überlappungsgrad des hinteren Videos RV und des vorderen Videos FV entsprechend dem Ergebnis der Bestimmung als Lerndaten für das Verstärkungslernen verwenden. Dies kann auch auf die Beziehung zwischen dem Frontfahrzeug F' und dem Host-Fahrzeug F angewendet werden, wie in Fig. 3 dargestellt.

[0089] Beispielsweise kann das Lerngerät 100 den Überschneidungsgrad auf der Grundlage der Extraktion von Formen oder Merkmalspunkten bestimmen, die auf einer Straßenoberfläche markiert sind, wie Fahrspuren und Straßenschilder, was ein Beispiel ist und nicht unbedingt darauf beschränkt ist.

[0090] Indes kann, wie in Fig. 3 dargestellt, wenn ein separates Fahrzeug C, das ein anderes als Platooning-Fahrzeuge ist, zwischen dem Host-Fahrzeug F und dem hinteren Fahrzeug R vorhanden ist, in den hinteren Videoinformationen des Host-Fahrzeugs F und den vorderen Videoinformationen des hinteren Fahrzeugs R angegeben werden, ob es ein separates Fahrzeug C oder die Position des separaten Fahrzeugs C gibt.

[0091] Fig. 4 zeigt ein Beispiel eines Verfahrens zur Erzeugung von Kontrollpunkten für die Fahrtrajektorie des Vorderfahrzeugs gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung.

[0092] Bezugnehmend auf Fig. 4 kann das Host-Fahrzeug F eine visionsbasierte Trajektorie auf der Grundlage der von der Rückkamera ausgegebenen hinteren Videoinformationen und der von dem hinteren Fahrzeug empfangenen vorderen Videoinformationen erzeugen. Als Nächstes kann das Host-Fahrzeug F die Koordinaten der Kontrollpunkte für die Fahrtrajektorie des Host-Fahrzeugs durch die visionsbasierte Trajektorie erzeugen.

[0093] Fig. 5 zeigt ein Beispiel für das Verfahren zur Bestimmung von Abständen zwischen dem Host-Fahrzeug, dem hinteren Fahrzeug und einem separaten Fahrzeug gemäß der vorliegenden Offenbarung. Fig. 5 geht von einem Fall aus, in dem ein separates Fahrzeug C, das ein anderes als Platooning-Fahrzeuge ist, zwischen dem Host-Fahrzeug F und dem hinteren Fahrzeug R vorhanden ist.

[0094] In diesem Fall kann der erste Abstand D1 zwischen dem Host-Fahrzeug F und dem hinteren Fahrzeug R auf der Grundlage der empfangenen Stärke eines drahtlosen Signals bestimmt werden, und ein zweiter Abstand D2 zwischen dem Host-Fahrzeug F und einem separaten Fahrzeug C kann auf der Grundlage der hinteren Videoinformationen und des Erfassungsergebnisses eines in dem Host-Fahrzeug vorhandenen Radars bestimmt werden. Dies ist jedoch nur ein Beispiel, und das Verfahren zur Bestimmung des ersten Abstands D1 und des zweiten Abstands D2 ist nicht unbedingt darauf beschränkt.

[0095] Darüber hinaus kann aus der Perspektive des hinteren Fahrzeugs R der erste Abstand D1 zwischen dem hinteren Fahrzeug R und dem Host-Fahrzeug F und der zweite Abstand D2' zwischen dem hinteren Fahrzeug R und einem separaten Fahrzeug C bestimmt werden.

[0096] Nachfolgend wird der Prozess der Durchführung einer Rückmeldung des Verstärkungslernens durch Elemente, die unter Bezugnahme auf die Fig. 3 bis 5 beschrieben wurden, unter Bezugnahme auf die Fig. 6 bis 9 beschrieben.

[0097] Fig. 6 ist ein Flussdiagramm, das den Prozess einer Durchführung von Feedback für das Verstärkungslernen auf der Grundlage der Kontrollpunkte für die Fahrtrajektorie des Host-Fahrzeugs gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung veranschaulicht.

[0098] In Fig. 6 wird davon ausgegangen, dass das hintere Fahrzeug der Fahrtrajektorie des Host-Fahr-

zeugs entsprechend dem Ergebnis eines Verstärkungslernens folgt, das das Lerngerät 100 auf der Grundlage der Videoinformationen und des Feedbacksignals durchführt.

[0099] Zunächst kann das Belohnungsbestimmungsteil 200 die Koordinaten der Kontrollpunkte für die Fahrtrajektorie durch die Koordinaten des Host-Fahrzeugs bei S201 bestimmen und kann die Fahrtrajektorie des hinteren Fahrzeugs durch die Koordinaten des hinteren Fahrzeugs und die Koordinaten der Kontrollpunkte bei S203 erzeugen.

[0100] Das Belohnungsbestimmungsteil 200 kann das Rückmeldungssignal bei S207 oder S213 entsprechend dem Ergebnis eines Vergleichs der Koordinaten der Kontrollpunkte mit den Koordinaten des hinteren Fahrzeugs bei S205 oder S211 erzeugen.

[0101] Zunächst kann das Belohnungsbestimmungsteil 200 feststellen, ob die Koordinaten des hinteren Fahrzeugs im Vergleich zu den Koordinaten der Kontrollpunkte bei S205 außerhalb der Fahrspur liegen.

[0102] Wenn sich die Koordinaten des hinteren Fahrzeugs im Vergleich zu den Koordinaten des Kontrollpunkts (Ja von S205) außerhalb der Fahrspur befinden, kann das Belohnungsbestimmungsteil 200 das Rückmeldungssignal als negative Rückmeldung bei S207 ausgeben. In diesem Fall kann das Lerngerät 100 die Bremsmenge des Host-Fahrzeugs erhöhen und das Fahren des Host-Fahrzeugs steuern, wie zum Beispiel die Steuerung des Lenkwinkels des Host-Fahrzeugs bei S209.

[0103] Wenn die Koordinaten des hinteren Fahrzeugs im Vergleich zu den Koordinaten des Kontrollpunkts (Nein von S205) innerhalb der Fahrspur liegen, kann das Belohnungsbestimmungsteil 200 bestimmen, ob die Koordinaten des hinteren Fahrzeugs außerhalb des voreingestellten Gefahrenabstands zu den Koordinaten des Kontrollpunkts bei S211 liegen.

[0104] Wenn die Koordinaten des hinteren Fahrzeugs außerhalb des voreingestellten Gefahrenabstands von den Koordinaten des Kontrollpunkts liegen (Ja von S211), kann das Belohnungsbestimmungsteil 200 das Feedbacksignal als negative Rückmeldung bei S207 ausgeben. In diesem Fall kann das Lerngerät 100 die Bremsmenge des Host-Fahrzeugs entsprechend der negativen Rückmeldung erhöhen und das Fahren des Host-Fahrzeugs steuern, wie z. B. die Steuerung des Lenkwinkels des Host-Fahrzeugs bei S209.

[0105] Wenn die Koordinaten des hinteren Fahrzeugs innerhalb des voreingestellten Gefahrenabstands zu den Koordinaten der Kontrollpunkte (Nr.

von S211) liegen, kann das Belohnungsbestimmungsteil 200 das Rückmeldesignal als positive Rückmeldung an S213 ausgeben.

[0106] Fig. 7 ist eine Ansicht, die den Prozess der Durchführung von Rückmeldung entsprechend den Koordinaten des hinteren Fahrzeugs während Platooning gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung zeigt.

[0107] Bezugnehmend auf die linke Seite von Fig. 7 sind erste bis vierte Kontrollpunkte <1> bis <4> für die Fahrtrajektorie des Host-Fahrzeugs F dargestellt.

[0108] Die Mitte von Fig. 7 entspricht einem Fall, in dem die Koordinaten des hinteren Fahrzeugs R im Vergleich zu den Koordinaten des zweiten Kontrollpunkts <2> außerhalb der Fahrspur liegen. In diesem Fall kann das Belohnungsbestimmungsteil 200 das Rückmeldesignal als negative Rückmeldung ausgeben.

[0109] Die rechte Seite von Fig. 7 entspricht einem Fall, in dem die Koordinaten des hinteren Fahrzeugs R im Vergleich zu den Koordinaten des zweiten Kontrollpunkts <2> innerhalb der Fahrspur und innerhalb eines Gefahrenabstands D3 von den Koordinaten des zweiten Kontrollpunkts <2> liegen. In diesem Fall kann das Belohnungsbestimmungsteil 200 das Rückmeldesignal als positive Rückmeldung ausgeben.

[0110] Fig. 8 ist ein Flussdiagramm, das den Prozess einer Durchführung einer Rückmeldung über das Verstärkungslernen auf der Grundlage eines Abstands zwischen einer Vielzahl von Fahrzeugen veranschaulicht, wenn das Host-Fahrzeug das vordere Fahrzeug in der Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung ist

[0111] In Fig. 8 wird davon ausgegangen, dass das Lerngerät 100 das hintere Fahrzeug so steuert, dass es der Fahrtrajektorie des Host-Fahrzeugs entsprechend dem Ergebnis des Verstärkungslernens folgt, das auf der Grundlage der Videoinformationen und des Feedbacksignals durchgeführt wird.

[0112] Darüber hinaus wird in Fig. 8 angenommen, dass der erste Abstand D1 zwischen dem Host-Fahrzeug und dem hinteren Fahrzeug und der zweite Abstand D2 zwischen dem Host-Fahrzeug und einem separaten Fahrzeug durch die Empfangsstärke eines von dem hinteren Fahrzeug empfangenen drahtlosen Signals bestimmt werden.

[0113] Das Belohnungsbestimmungsteil 200 kann das drahtlose Signal von dem hinteren Fahrzeug bei S301 empfangen und kann die empfangene Signalstärke des drahtlosen Signals bei S303 messen.

[0114] Als nächstes, je nachdem, ob ein separates Fahrzeug, das hinter dem Host-Fahrzeug in die Platooning-Formation ein- oder aus ihr ausschert, erkannt wird (Ja oder Nein in S305), werden das Verstärkungslernen und die Steuerung des Host-Fahrzeugs durchgeführt.

[0115] Erstens, wenn ein separates Fahrzeug nicht erkannt wird (Nein in S305), kann das Belohnungsbestimmungsteil 200 bestimmen, ob die empfangene Signalstärke des drahtlosen Signals in dem voreingestellten Bereich bei S307 oder S313 enthalten ist, und entsprechend dem Ergebnis der Bestimmung kann das Rückmeldungssignal als eine positive oder negative Rückmeldung bei S309 oder S315 ausgegeben werden.

[0116] Genauer gesagt, kann das Belohnungsbestimmungsteil 200 bei S307 bestimmen, ob die empfangene Signalstärke des drahtlosen Signals die obere Grenze des voreingestellten Bereichs oder weniger ist.

[0117] Wenn die empfangene Signalstärke mehr als die obere Grenze des voreingestellten Bereichs bei (Nein in S307) ist, kann das Belohnungsbestimmungsteil 200 feststellen, dass der erste Abstand D1 kleiner als die untere Grenze des voreingestellten ersten Bereichs ist, und kann das Rückmeldungssignal als negative Rückmeldung bei S309 ausgegeben.

[0118] In diesem Fall, wenn es ein vorderes Hindernis gibt, das sich innerhalb eines vorbestimmten Bereichs von der Vorderseite des Host-Fahrzeugs befindet, führt das Lerngerät 100 die Beschleunigungssteuerung des Host-Fahrzeugs nicht durch, um eine Kollision dazwischen zu verhindern, und wenn es kein vorderes Hindernis gibt, das sich innerhalb eines vorbestimmten Bereichs von der Vorderseite des Host-Fahrzeugs befindet, kann das Lerngerät 100 den ersten Abstand D1 steuern, um durch die Beschleunigungssteuerung des Host-Fahrzeugs vergrößert zu werden, so dass der erste Abstand D1 in dem ersten Bereich bei S311 enthalten ist.

[0119] Andererseits, wenn die empfangene Signalstärke die obere Grenze des voreingestellten Bereichs oder weniger ist (Ja von S307), kann das Belohnungsbestimmungsteil 200 bestimmen, ob die empfangene Signalstärke die untere Grenze des voreingestellten Bereichs oder mehr ist, um zu bestimmen, ob der erste Abstand D1 in dem ersten Bereich bei S313 enthalten ist.

[0120] Wenn die empfangene Signalstärke geringer ist als die untere Grenze des voreingestellten Bereichs (Nein von S313), kann das Belohnungsbestimmungsteil 200 feststellen, dass der erste Abstand D1 größer ist als die obere Grenze des voreingestellten ersten Bereichs, und kann das Rückmeldungs-

signal als negative Rückmeldung bei S315 ausgeben.

[0121] In diesem Fall kann das Lerngerät 100 die Bremssteuerung des Host-Fahrzeugs so durchführen, dass der erste Abstand D1 verringert und in den ersten Bereich bei S317 aufgenommen wird.

[0122] Indes kann, wenn die empfangene Signalstärke die untere Grenze des voreingestellten Bereichs oder mehr ist (Ja von S313), das Belohnungsbestimmungsteil 200 bestimmen, dass der erste Abstand D1 in dem ersten Bereich enthalten ist, und kann das Rückmeldungssignal als positive Rückmeldung bei S319 ausgeben.

[0123] Im Gegensatz dazu kann das Belohnungsbestimmungsteil 200, wenn ein separates Fahrzeug erkannt wird (Ja von S305), bestimmen, ob das Verhältnis D1/D2 des ersten Abstands D1 zwischen dem Host-Fahrzeug und dem hinteren Fahrzeug zu dem zweiten Abstand D2 zwischen dem Host-Fahrzeug und einem separaten Fahrzeug in einem voreingestellten zweiten Bereich bei S321 oder S327 enthalten ist, und entsprechend dem Ergebnis der Bestimmung kann das Rückmeldungssignal als irgendeine von einer positiven Rückmeldung und einer negativen Rückmeldung bei S323 oder S329 ausgegeben werden.

[0124] Genauer gesagt, kann das Belohnungsbestimmungsteil 200 bei S321 feststellen, ob das Verhältnis D1/D2 des ersten Abstands zu dem zweiten Abstand die obere Grenze des zweiten Bereichs oder weniger ist.

[0125] Wenn das Verhältnis D1/D2 des ersten Abstands zu dem zweiten Abstand größer ist als die obere Grenze des zweiten Bereichs (Nein von S321), kann das Belohnungsbestimmungsteil 200 bestimmen, dass der Anteil des zweiten Abstands D2 zwischen dem Host-Fahrzeug und einem separaten Fahrzeug vergrößert werden muss, wenn der erste Abstand D1 zwischen Platooning-Fahrzeugen berücksichtigt wird, und kann das Rückmeldungssignal als negative Rückmeldung bei S323 ausgeben.

[0126] In diesem Fall kann, wenn es ein vorderes Hindernis gibt, das sich innerhalb eines vorbestimmten Bereichs von der Vorderseite des Host-Fahrzeugs befindet, das Lerngerät 100 die Beschleunigungssteuerung des Host-Fahrzeugs nicht durchführen, um eine Kollision dazwischen zu verhindern, und wenn es kein vorderes Hindernis gibt, das sich innerhalb eines vorbestimmten Bereichs von der Vorderseite des Host-Fahrzeugs befindet, kann die Beschleunigungssteuerung des Host-Fahrzeugs bei S325 durchgeführt werden, so dass das Verhältnis D1/D2 des ersten Abstands zu dem zwei-

ten Abstand verringert wird und in dem zweiten Bereich enthalten ist.

[0127] Andererseits, wenn das Verhältnis $D1/D2$ des ersten Abstands zu dem zweiten Abstand die obere Grenze des zweiten Bereichs oder weniger ist (Ja von S321), kann das Belohnungsbestimmungsteil 200 bei S327 bestimmen, ob das Verhältnis $D1/D2$ des ersten Abstands zu dem zweiten Abstand in dem zweiten Bereich enthalten ist.

[0128] Wenn das Verhältnis $D1/D2$ des ersten Abstands zu dem zweiten Abstand kleiner ist als die Untergrenze des zweiten Bereichs (Nein von S327), kann das Belohnungsbestimmungsteil 200 bestimmen, dass der Anteil des zweiten Abstands $D2$ zwischen dem Host-Fahrzeug und einem separaten Fahrzeug vergrößert werden muss, wenn der erste Abstand $D1$ zwischen Platooning-Fahrzeugen berücksichtigt wird, und kann das Rückmeldungssignal als negative Rückmeldung bei S329 ausgeben.

[0129] In diesem Fall kann das Lerngerät 100 die Bremssteuerung des Host-Fahrzeugs in S331 so durchführen, dass das Verhältnis $D1/D2$ des ersten Abstands zu dem zweiten Abstand vergrößert wird und in den zweiten Bereich aufgenommen wird.

[0130] Indes kann, wenn das Verhältnis $D1/D2$ des ersten Abstands zu dem zweiten Abstand die untere Grenze des zweiten Bereichs oder mehr ist (Ja von S327), kann das Belohnungsbestimmungsteil 200 bestimmen, dass das Verhältnis $D1/D2$ des ersten Abstands zu dem zweiten Abstand in dem zweiten Bereich enthalten ist und kann das Rückmeldungssignal als positive Rückmeldung bei S333 ausgeben.

[0131] Fig. 9 ist ein Flussdiagramm, das den Prozess einer Durchführung von Rückmeldung über das Verstärkungslernen auf der Grundlage eines Abstands zwischen einer Vielzahl von Fahrzeugen veranschaulicht, wenn das Host-Fahrzeug das hintere Fahrzeug in der Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung ist.

[0132] Alle von Fig. 8 und 9 beziehen sich auf den Prozess einer Durchführung von Rückmeldung zum Verstärkungslernen auf der Grundlage eines Abstands zwischen einer Vielzahl von Fahrzeugen, aber Fig. 9 unterscheidet sich von Fig. 8 auf der Grundlage eines vorderen Fahrzeugs dadurch, dass Fig. 9 auf einem hinteren Fahrzeug basiert.

[0133] Dementsprechend wird im Folgenden in Fig. 9 die gleiche Steuerung wie in Fig. 8 durchgeführt, mit der Ausnahme, dass in Fig. 9 das Verstärkungslernen und eine Rückmeldungssteuerung auf der Grundlage des hinteren Fahrzeugs durchgeführt werden, und aufgrund der Durchführung des Verstärkungslernens und der Rückmeldungssteuerung auf

der Grundlage des hinteren Fahrzeugs wird hauptsächlich der Unterschied zwischen Fig. 9 und Fig. 8 beschrieben.

[0134] Bezugnehmend auf Fig. 9 kann das Belohnungsbestimmungsteil 200 das drahtlose Signal von dem vorderen Fahrzeug bei S401 empfangen und die Empfangsstärke des empfangenen drahtlosen Signals bei S403 messen. Als Nächstes kann in S407 oder S413 bestimmt werden, ob die Empfangsstärke eines drahtlosen Signals in dem voreingestellten Bereich liegt, und abhängig von dem Ergebnis der Bestimmung können das Verstärkungslernen und die Fahrsteuerung in S409 und S411 oder S415 und S417 durchgeführt werden.

[0135] In diesem Fall kann, wenn die Empfangsstärke eines drahtlosen Signals mehr als die obere Grenze des voreingestellten Bereichs ist (Nein von S407), das Lerngerät 100 den ersten Abstand $D1$ so steuern, dass er durch die Bremssteuerung des Host-Fahrzeugs vergrößert wird, so dass der erste Abstand $D1$ in dem ersten Bereich bei S411 enthalten ist.

[0136] Wenn das Host-Fahrzeug ein hinteres Fahrzeug ist, muss das Host-Fahrzeug langsamer sein als das vordere Fahrzeug, um den ersten Abstand $D1$ zu vergrößern, und daher führt das Lerngerät 100 die Bremssteuerung durch, und das Host-Fahrzeug fährt, während es der Fahrtrajektorie des vorderen Fahrzeugs folgt, wodurch ein Steuerungsprozess weiter vereinfacht wird, da die Berücksichtigung eines vorderen Hindernisses entfällt.

[0137] Andererseits ist die Empfangsstärke eines drahtlosen Signals geringer als die untere Grenze des voreingestellten Bereichs (Nein von S413, das Lerngerät 100 kann den ersten Abstand $D1$ durch die Beschleunigungssteuerung des Host-Fahrzeugs bei S417 verringern.

[0138] Wenn es sich bei dem Host-Fahrzeug um ein hinteres Fahrzeug handelt, muss das Host-Fahrzeug schneller sein als das vordere Fahrzeug, um den ersten Abstand $D1$ zu verringern, und daher führt das Lerngerät 100 die Beschleunigungssteuerung durch.

[0139] Indes, wenn ein separates Fahrzeug, das kein Fahrzeug im Platooning ist, von der Vorderseite des Host-Fahrzeugs erkannt wird (Ja von S405), kann das Belohnungsbestimmungsteil 200 bestimmen, ob das Verhältnis $D1/D2'$ des ersten Abstands $D1$ zwischen dem Host-Fahrzeug und dem vorderen Fahrzeug zu dem zweiten Abstand $D2'$ zwischen dem Host-Fahrzeug und einem separaten Fahrzeug in dem voreingestellten Bereich bei S421 oder S427 enthalten ist, und kann entsprechend dem Ergebnis der Bestimmung das Rückmeldungssignal als

irgendeine von positiver Rückmeldung und negativer Rückmeldung bei S423 oder S429 ausgeben.

[0140] Genauer gesagt, kann das Belohnungsbestimmungsteil 200 in S421 bestimmen, ob das Verhältnis $D1/D2'$ des ersten Abstands zu dem zweiten Abstand die obere Grenze des voreingestellten Bereichs oder weniger ist.

[0141] Wenn das Verhältnis $D1/D2'$ des ersten Abstands zu dem zweiten Abstand größer ist als die obere Grenze des voreingestellten Bereichs (Nein von S421), kann das Belohnungsbestimmungsteil 200 bestimmen, dass der Anteil des zweiten Abstands $D2'$ zwischen dem Host-Fahrzeug und einem separaten Fahrzeug vergrößert werden muss, wenn der erste Abstand $D1$ zwischen Platooning-Fahrzeugen berücksichtigt wird, und kann das Rückmeldungssignal als negative Rückmeldung bei S423 ausgeben.

[0142] In diesem Fall kann das Lerngerät 100 die Bremssteuerung des Host-Fahrzeugs so durchführen, dass das Verhältnis $D1/D2'$ des ersten Abstands zu dem zweiten Abstand verringert wird und in einem voreingestellten Bereich bei S425 enthalten ist.

[0143] Andererseits, wenn das Verhältnis $D1/D2'$ des ersten Abstands zu dem zweiten Abstand die obere Grenze des voreingestellten Bereichs oder weniger ist (Ja von S421), kann das Belohnungsbestimmungsteil 200 bestimmen, ob das Verhältnis $D1/D2'$ des ersten Abstands zu dem zweiten Abstand in dem voreingestellten Bereich bei S427 enthalten ist.

[0144] Wenn das Verhältnis $D1/D2'$ des ersten Abstands zu dem zweiten Abstand kleiner ist als die untere Grenze des voreingestellten Bereichs bei (Nein von S427), kann das Belohnungsbestimmungsteil 200 bestimmen, dass der Anteil des zweiten Abstands $D2'$ zwischen dem Host-Fahrzeug und einem separaten Fahrzeug vergrößert werden muss, wenn der erste Abstand $D1$ zwischen Platooning-Fahrzeugen berücksichtigt wird, und kann das Rückmeldungssignal als negative Rückmeldung bei S429 ausgeben.

[0145] In diesem Fall kann das Lerngerät 100 die Beschleunigungssteuerung des Host-Fahrzeugs in S431 so durchführen, dass das Verhältnis $D1/D2'$ des ersten Abstands zu dem zweiten Abstand vergrößert wird und in den voreingestellten Bereich fällt.

[0146] Indes kann, wenn das Verhältnis $D1/D2'$ des ersten Abstands zu dem zweiten Abstand die untere Grenze des voreingestellten Bereichs oder mehr ist (Ja von S427), das Belohnungsbestimmungsteil 200 bestimmen, dass das Verhältnis $D1/D2'$ des ersten Abstands zu dem zweiten Abstand in dem voreinge-

stellten Bereich enthalten ist und kann das Rückmeldungssignal als positive Rückmeldung bei S433 ausgeben.

[0147] Gemäß der oben beschriebenen Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung wird das Verstärkungslernen unter Verwendung der Videoinformationen und der Kontrollpunkte für die Fahrtrajektorie des Host-Fahrzeugs während Platooning durchgeführt, so dass das Host-Fahrzeug das hintere Fahrzeug stabil und effizient führen kann.

[0148] Darüber hinaus kann die Platooning-Formation stabil und effizient verwaltet werden, selbst wenn ein einzelnes Fahrzeug in die Platooning-Formation einfährt oder ein einzelnes Fahrzeug, das in die Platooning-Formation einfährt, aus der Platooning-Formation ausfährt.

[0149] Obwohl die beispielhafte Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung zur Veranschaulichung beschrieben wurde, wird der Fachmann erkennen, dass verschiedene Änderungen, Ergänzungen und Ersetzungen möglich sind, ohne vom Umfang und Geist der Offenbarung, wie sie in den beigefügten Ansprüchen offenbart ist, abzuweichen.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

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

Zitierte Patentliteratur

- KR 1020220145278 [0001]

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Steuerung von Platooning, wobei die Vorrichtung umfasst:

ein Lerngerät, das ein Verstärkungslernen auf der Grundlage eines Rückmeldungssignals und von Videoinformationen durchführt, die von einer Kamera ausgegeben werden, die sowohl in einem Host-Fahrzeug als auch in einem hinteren Fahrzeug, die im Platooning sind, vorgesehen ist, und die ein Fahren des Host-Fahrzeugs auf der Grundlage eines Ergebnisses des Verstärkungslernens so steuert, dass das hintere Fahrzeug einer Fahrtrajektorie des Host-Fahrzeugs folgen kann; und ein Belohnungsbestimmungsteil, das die Koordinaten des hinteren Fahrzeugs erhält und das Rückmeldungssignal erzeugt durch Vergleichen der Koordinaten des hinteren Fahrzeugs mit Koordinaten von Kontrollpunkten für die Fahrtrajektorie des Host-Fahrzeugs.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Kontrollpunkte Punkten entsprechen, die eine Form einer Spline-Kurve steuern, die der Fahrtrajektorie des Host-Fahrzeugs entspricht.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Belohnungsbestimmungsteil das Rückmeldungssignal als negative Rückmeldung ausgibt, wenn die Koordinaten des hinteren Fahrzeugs im Vergleich zu den Koordinaten der Kontrollpunkte außerhalb einer Fahrspur liegen.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das Belohnungsbestimmungsteil das Rückmeldungssignal als negative Rückmeldung ausgibt, wenn die Koordinaten des hinteren Fahrzeugs außerhalb eines voreingestellten Gefahrenabstands von den Koordinaten der Kontrollpunkte liegen.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei das Belohnungsbestimmungsteil das Rückmeldungssignal als positive Rückmeldung ausgibt, wenn die Koordinaten des hinteren Fahrzeugs im Vergleich zu den Koordinaten der Kontrollpunkte innerhalb einer Fahrspur liegen und innerhalb eines vorgegebenen Gefahrenabstands zu den Koordinaten der Kontrollpunkte liegen.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei das Lerngerät bei der Steuerung einer Fahrgeschwindigkeit des Host-Fahrzeugs berücksichtigt, ob sich ein vorderes Hindernis innerhalb eines vorgegebenen Bereichs von einer Front des Host-Fahrzeugs befindet.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Videoinformationen hintere Videoinformationen, die von einer Rückkamera des Host-Fahrzeugs ausgegeben werden, und vordere Videoinfor-

mationen, die von einer Frontkamera des hinteren Fahrzeugs ausgegeben werden, umfassen, und das Lerngerät gegenseitig überlappende Teile des hinteren Videos des Host-Fahrzeugs und des vorderen Videos des hinteren Fahrzeugs auf der Grundlage der hinteren Videoinformationen und der vorderen Videoinformationen bestimmt und einen Überlappungsgrad des hinteren Videos und des vorderen Videos gemäß einem Ergebnis der Bestimmung als Lerndaten für das Verstärkungslernen verwendet.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, ferner umfassend:

ein neuronales Inferenznetzwerkgerät, das einen Parameter für ein in dem Lerngerät enthaltenes neuronales Netzwerk aktualisiert, das Videoinformationen auf der Grundlage des aktualisierten Parameters empfängt und das Host-Fahrzeug so steuert, dass das hintere Fahrzeug der Fahrtrajektorie des Host-Fahrzeugs folgen kann.

9. Verfahren zur Steuerung von Platooning, wobei das Verfahren umfasst:

Durchführen von Verstärkungslernen auf der Grundlage eines Rückmeldungssignals und von Videoinformationen, die von einer Kamera ausgegeben werden, die sowohl in einem Host-Fahrzeug als auch in einem hinteren Fahrzeug vorgesehen ist, die sich im Platooning befinden; Steuern eines Fahrens des Host-Fahrzeugs auf der Grundlage eines Ergebnisses des Verstärkungslernens, so dass das hintere Fahrzeug einer Fahrtrajektorie des Host-Fahrzeugs folgen kann; und Erzeugen des Rückmeldungssignals durch Vergleichen von Koordinaten des hinteren Fahrzeugs mit Koordinaten von Kontrollpunkten für die Fahrtrajektorie des Host-Fahrzeugs nach Erhalt der Koordinaten des hinteren Fahrzeugs.

10. Verfahren zur Steuerung von Platooning, wobei das Verfahren umfasst:

Bestimmen, ob ein Verhältnis eines ersten Abstands zwischen Koordinaten eines Host-Fahrzeugs und Koordinaten eines vorderen Fahrzeugs im Platooning zu einem zweiten Abstand zwischen den Koordinaten des Host-Fahrzeugs und Koordinaten eines separaten Fahrzeugs in einem voreingestellten Bereich liegt, wenn das separate Fahrzeug, das ein anderes ist als vordere Fahrzeug im Platooning ist, von einer Front des Host-Fahrzeugs im Platooning erkannt wird; Erzeugen eines Rückmeldungssignals gemäß einem Ergebnis der Bestimmung; Durchführen von Verstärkungslernen auf der Grundlage des Rückmeldungssignals und von Videoinformationen, die von einer Kamera ausgegeben werden, die sowohl in dem Host-Fahrzeug als auch in dem vorderen Fahrzeug vorhanden ist; und Steuern einer Fahrgeschwindigkeit des Host-Fahr-

zeugs, so dass das Verhältnis des ersten Abstands zu dem zweiten Abstand in dem voreingestellten Bereich liegt, basierend auf einem Ergebnis des Verstärkungslernens.

Es folgen 9 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

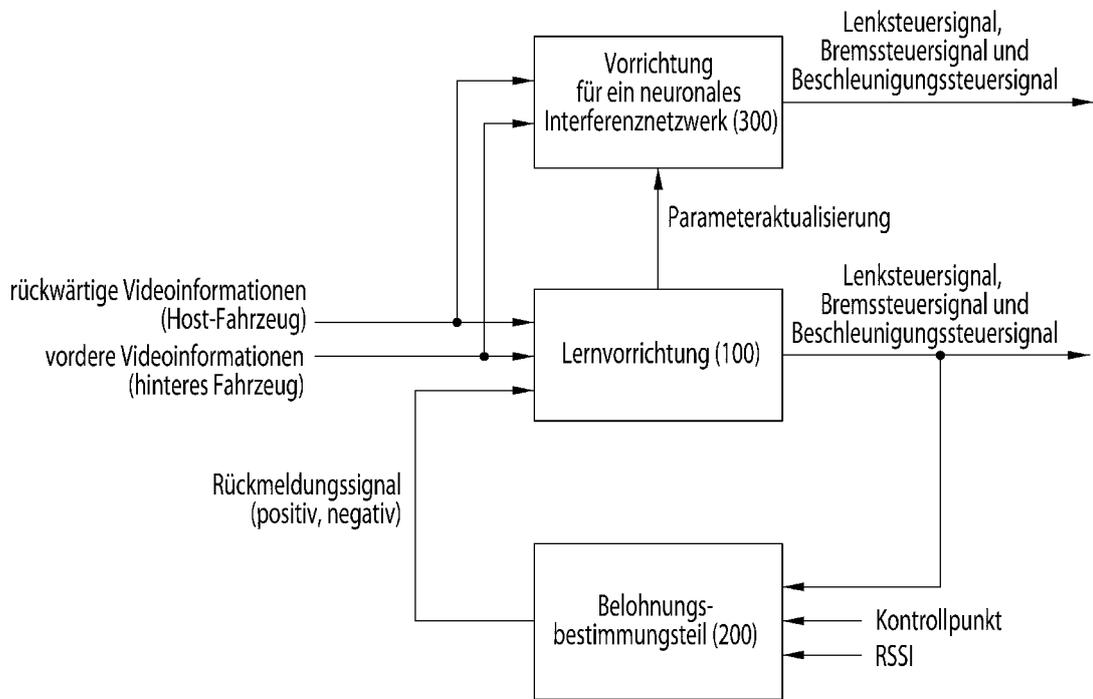


Fig. 2

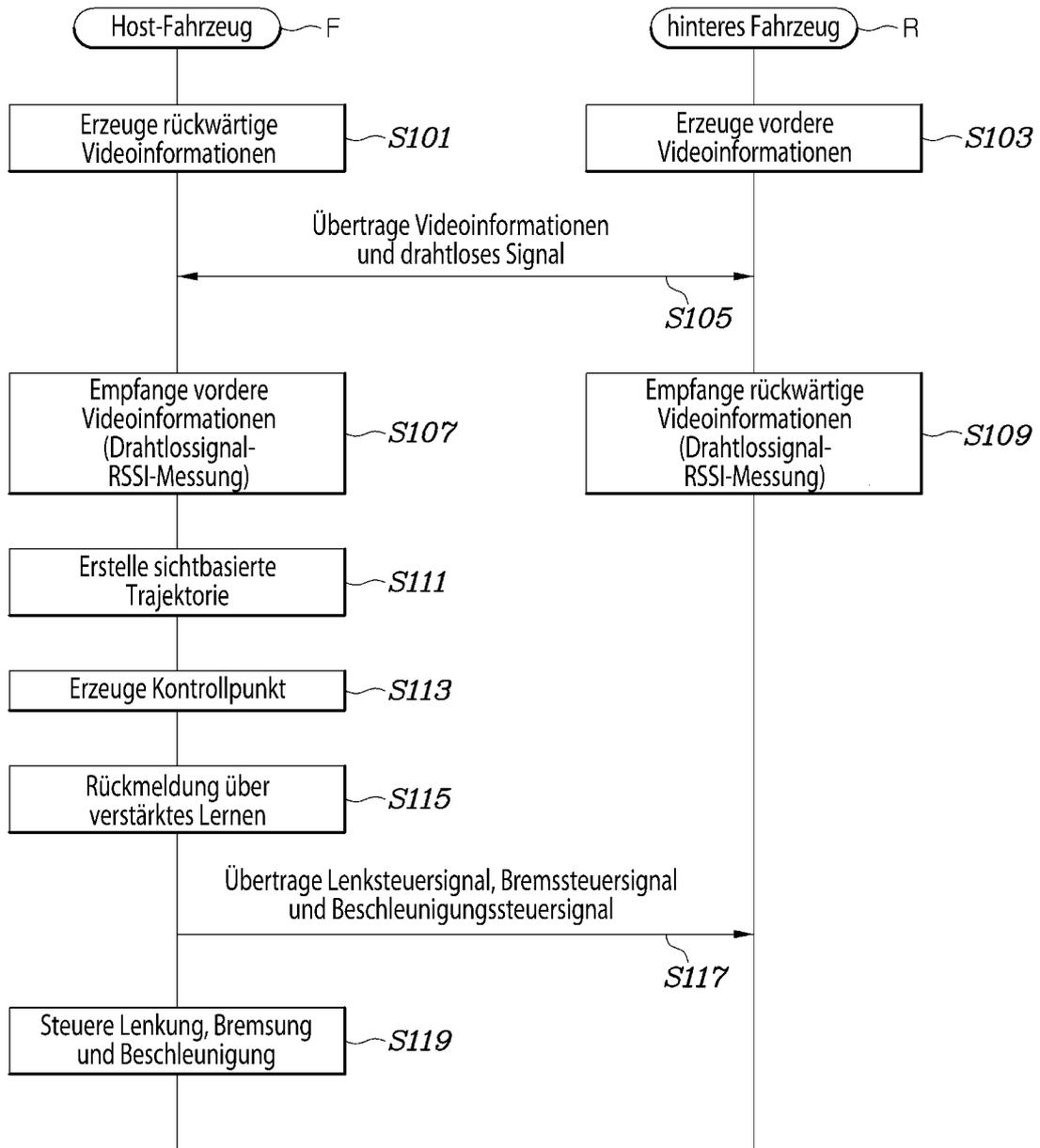


Fig. 3

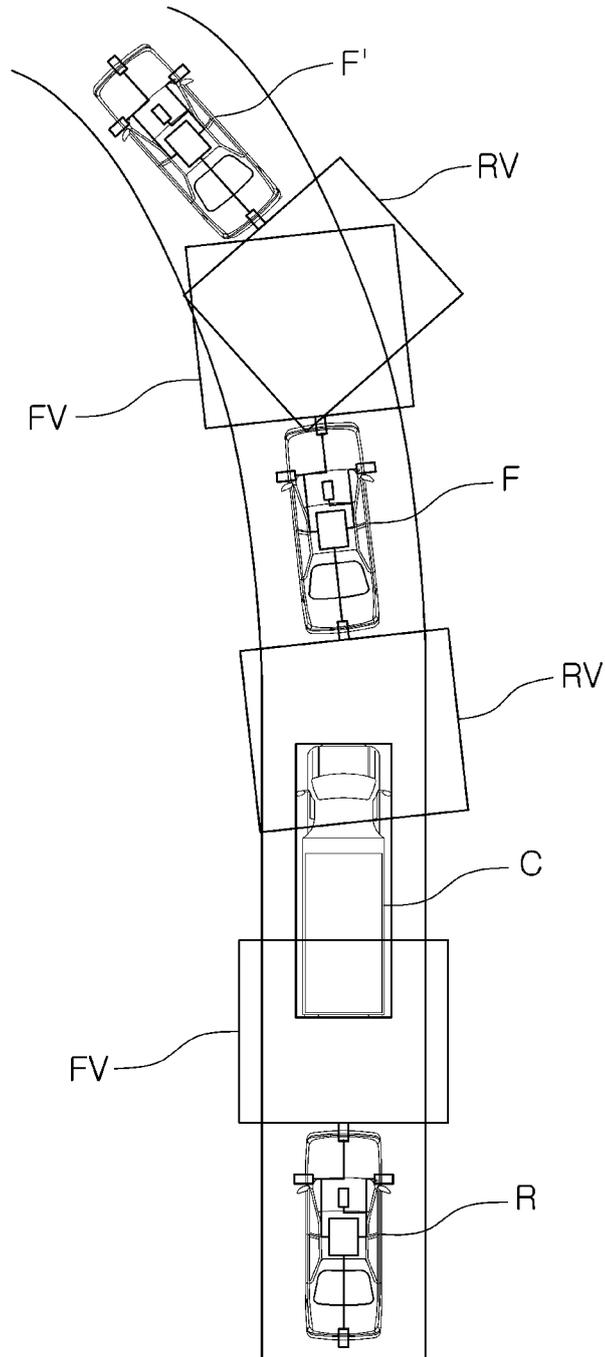


Fig. 4

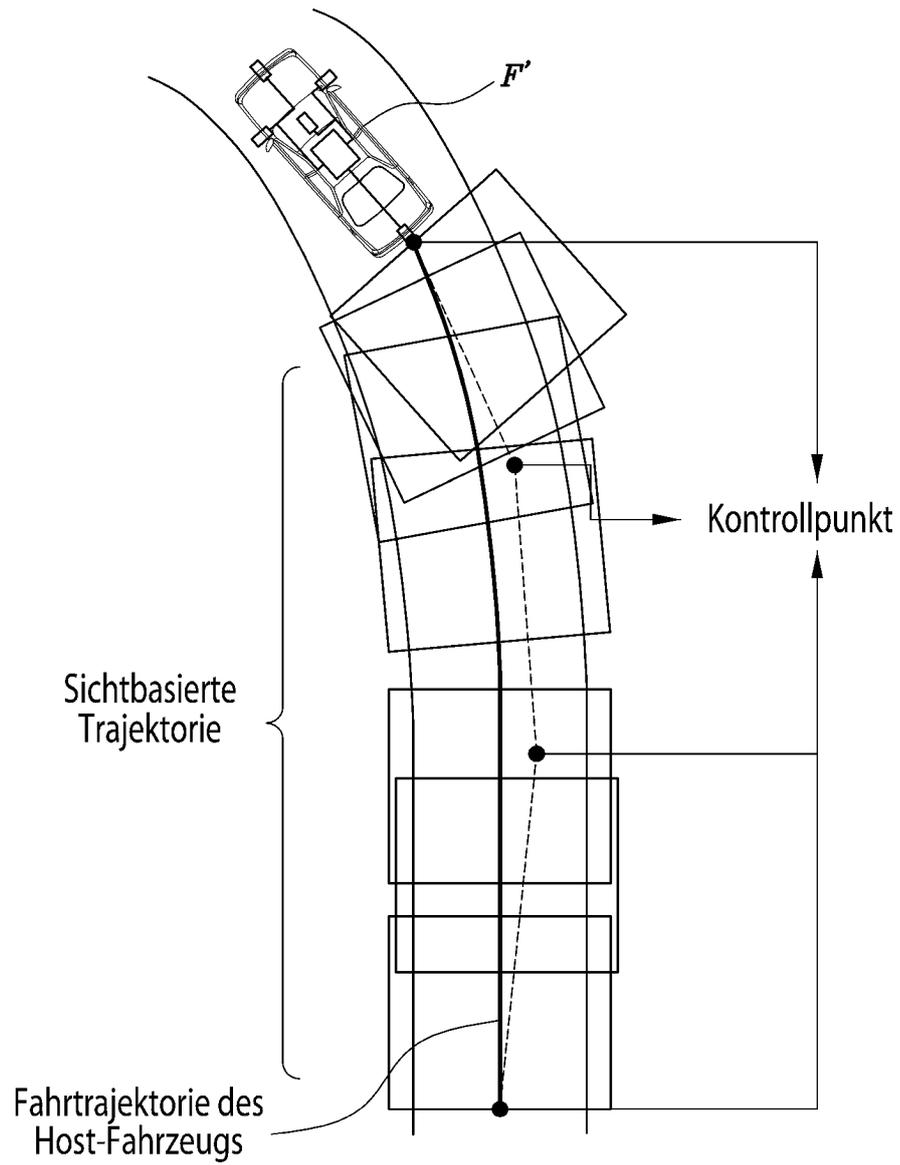


Fig. 5

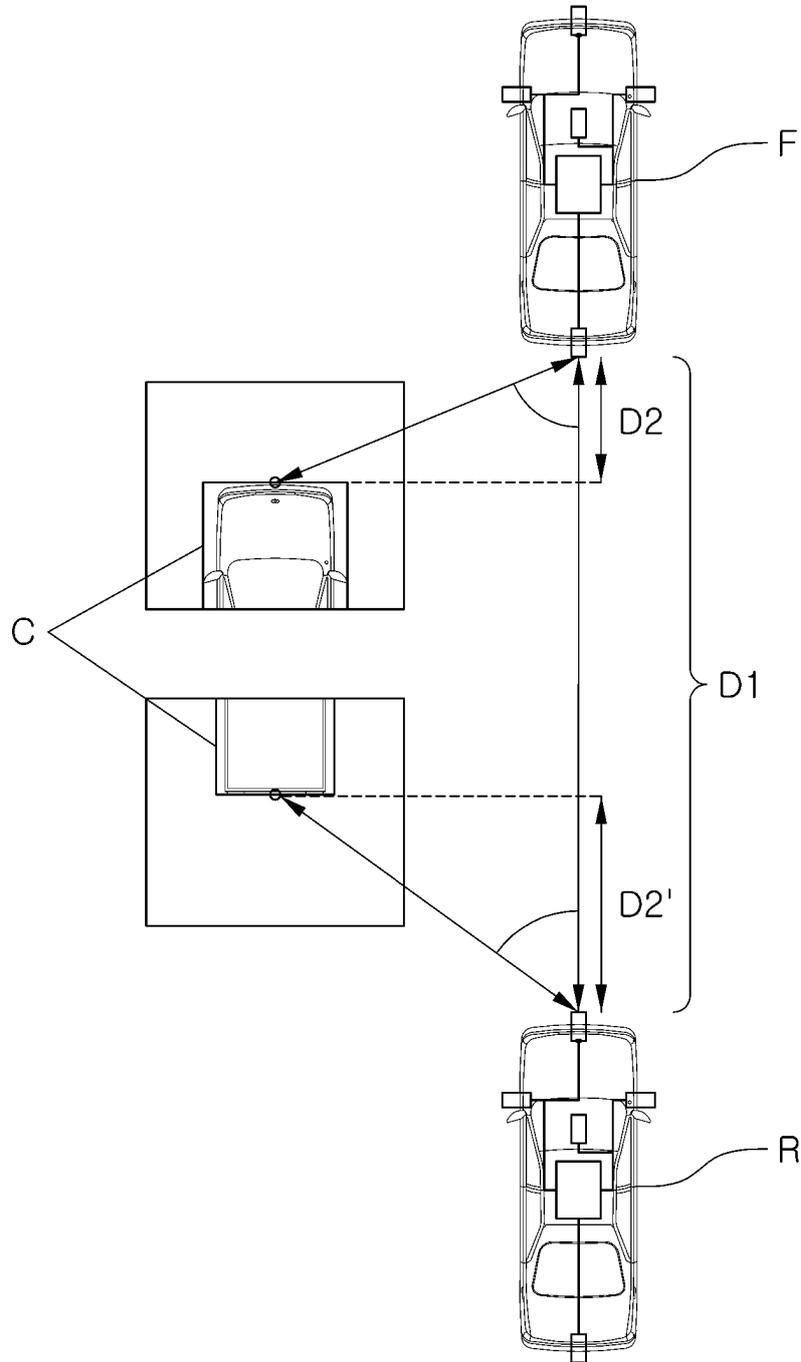


Fig. 6

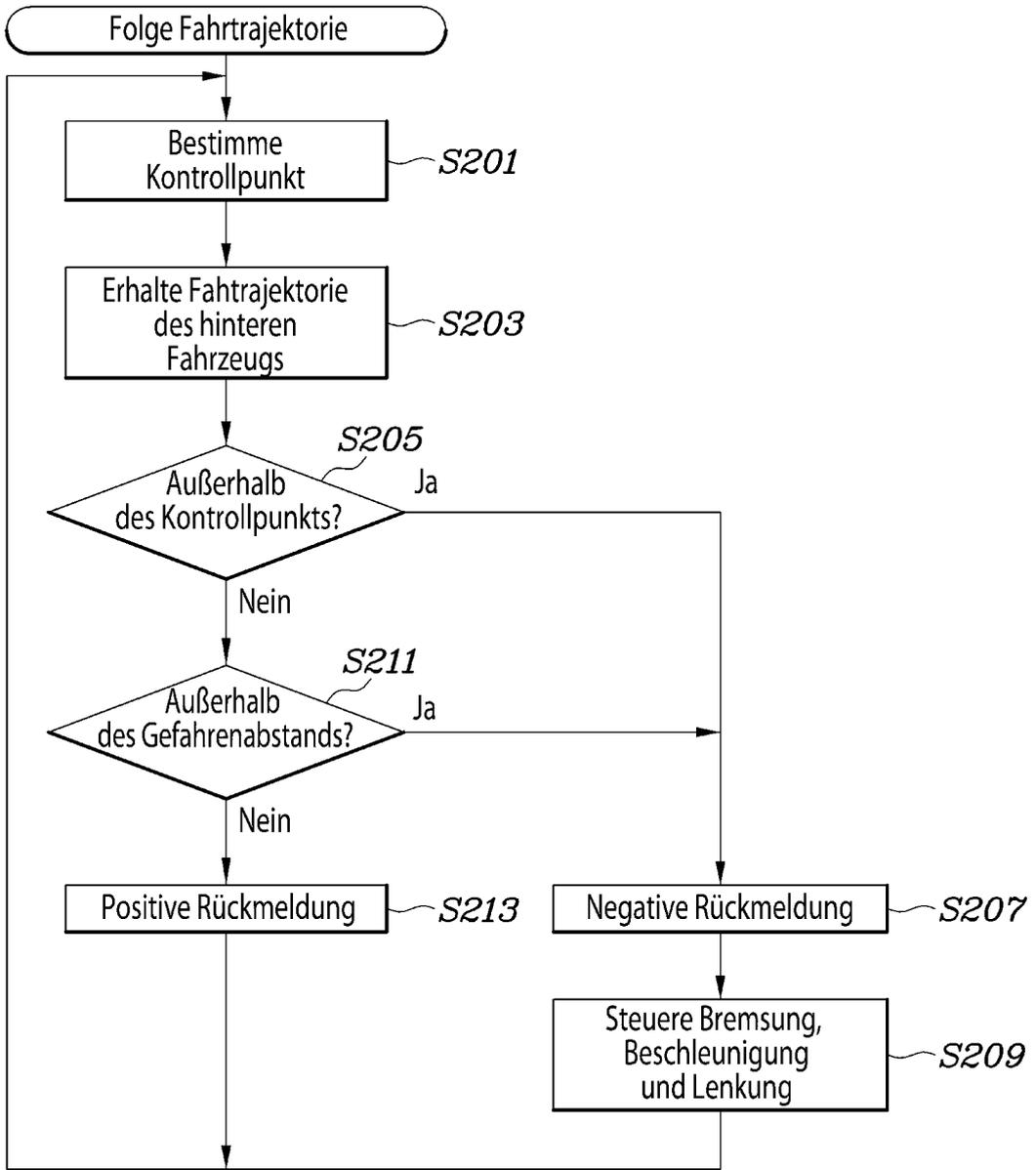


Fig. 7

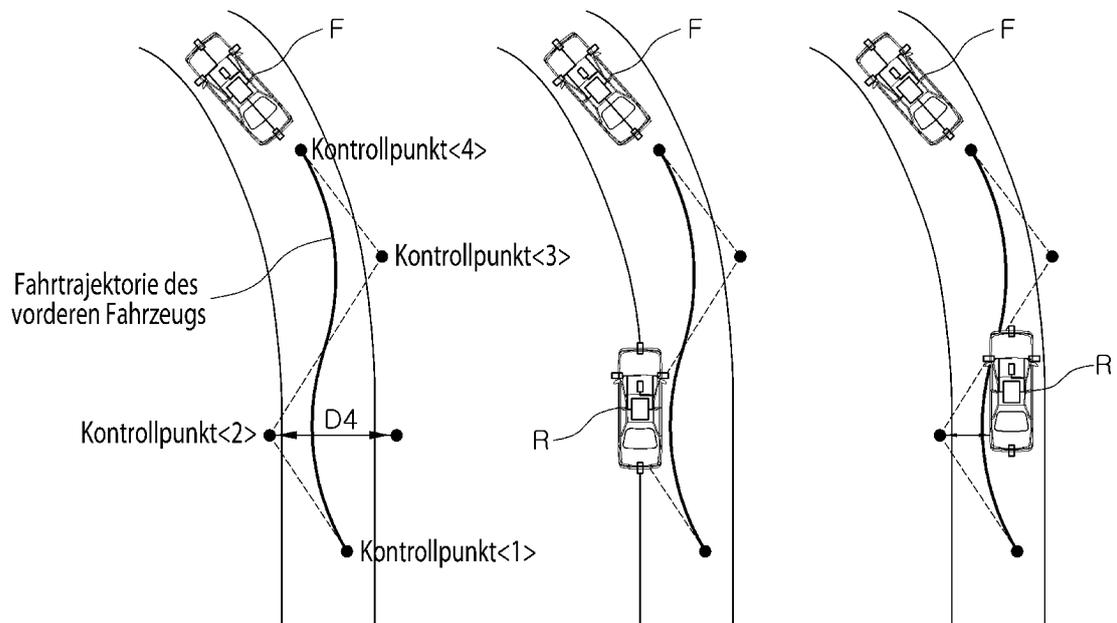


Fig. 8

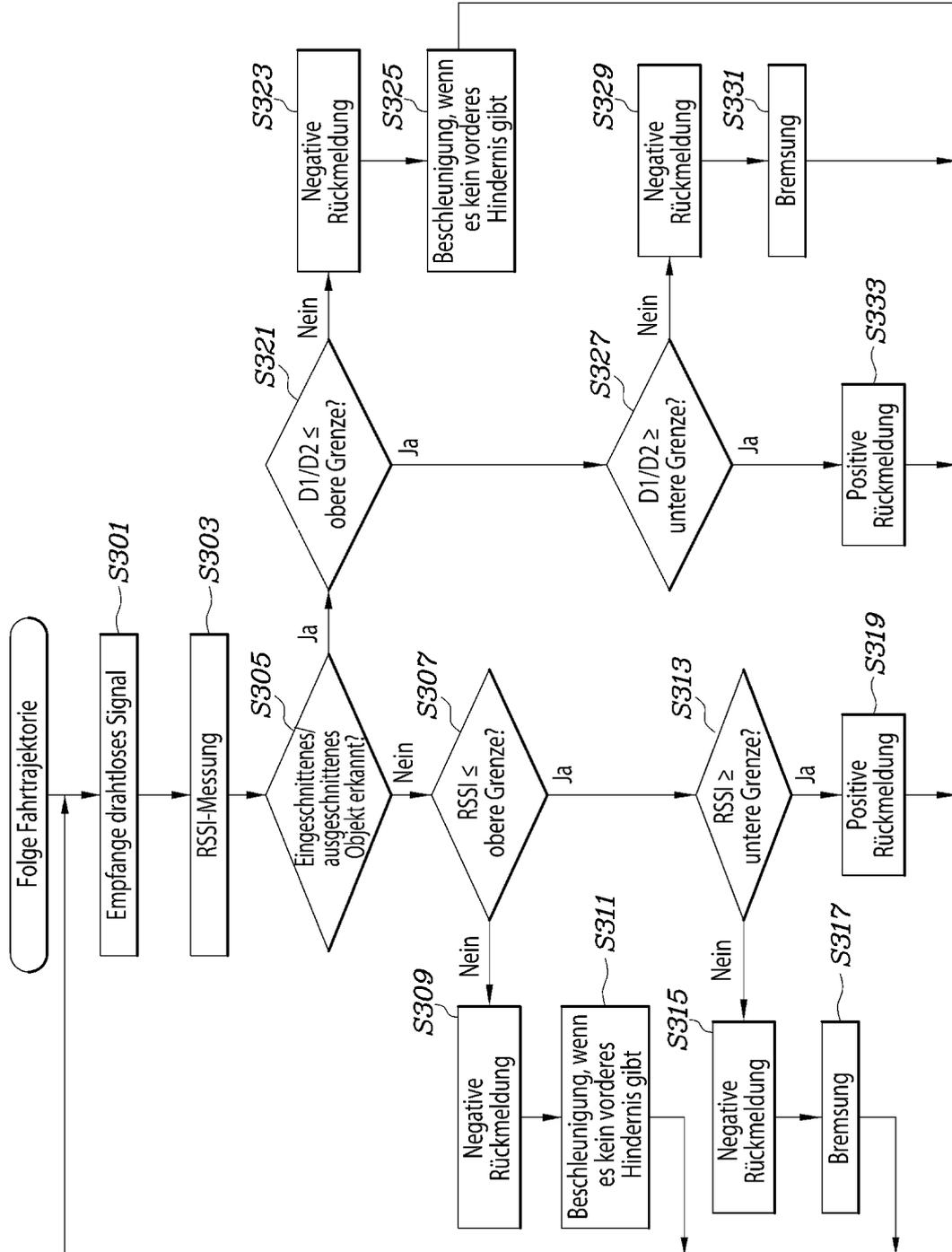


Fig. 9

