



(10) **DE 11 2020 007 538 T5** 2023.08.03

(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2022/044210**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜbkG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2020 007 538.9**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2020/032397**
(86) PCT-Anmeldetag: **27.08.2020**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **03.03.2022**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **03.08.2023**

(51) Int Cl.: **B60W 50/08 (2020.01)**

(71) Anmelder:
Mitsubishi Electric Corporation, Tokyo, JP
(74) Vertreter:
**Hoffmann Eitle Patent- und Rechtsanwälte
PartmbB, 81925 München, DE**

(72) Erfinder:
**Wakabayashi, Mizuho, Tokyo, JP; Shibata,
Hiroyoshi, Tokyo, JP; Itsui, Takayuki, Tokyo, JP;
Miura, Shin, Tokyo, JP**

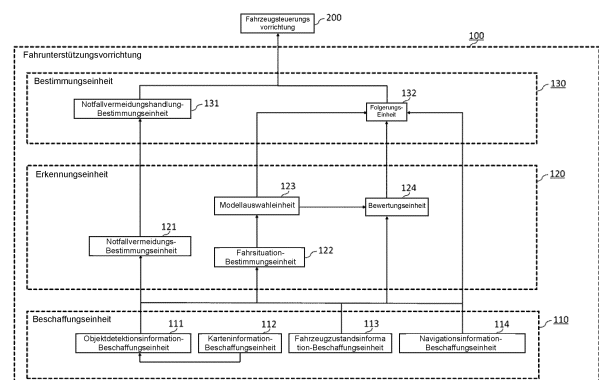
Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Fahrerunterstützungsvorrichtung, Lernvorrichtung, Fahrerunterstützungsverfahren, Fahrerunterstützungsprogramm, Gelerntes-Modellerzeugungsverfahren und Datenträger mit Gelerntes-Modellerzeugungsprogramm**

(57) Zusammenfassung: Zum Beschaffen einer Fahrerunterstützungsvorrichtung, die in der Lage ist, das Fahren eines Fahrzeugs auf Grundlage von Objektdetektionsinformation in geeigneter Weise zu unterstützen.

Eine Fahrerunterstützungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Offenbarung enthält eine Beschaffungseinheit zum Beschaffen von Objektdetektionsinformation, die ein Detektionsergebnis eines Objekts um ein Fahrzeug herum durch einen an dem Fahrzeug angebrachten Sensor anzeigt, eine Folgerungseinheit zum Ausgeben von Fahrerunterstützungsinformation aus der von der Beschaffungseinheit eingegebenen Objektdetektionsinformation unter Verwendung eines gelernten Modells zur Fahrerunterstützung zum Folgern der Fahrerunterstützungsinformation zur Fahrerunterstützung des Fahrzeugs aus der Objektdetektionsinformation, und eine Bewertungseinheit zum Berechnen eines Grades des Einflusses der von der Beschaffungseinheit eingegebenen Objektdetektionsinformation auf eine Ausgabe des gelernten Modells zur Fahrerunterstützung als einen Bewertungswert, wobei die Folgerungseinheit die Fahrerunterstützungsinformation auf Grundlage der Objektdetektionsinformation ausgibt, bei der der von der Bewertungseinheit berechnete Bewertungswert größer als ein vorbestimmter Schwellenwert innerhalb der von der Beschaffungseinheit eingegebenen Objektdetektionsinformation ist.



Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Fahrerunterstützungsvorrichtung, eine Lernvorrichtung, ein Fahrerunterstützungsverfahren, ein Fahrerunterstützungsprogramm, ein Gelerntes-Modell-Erzeugungsverfahren und ein Gelerntes-Modell-Erzeugungsprogramm.

HINTERGRUND

[0002] Es wurde eine Technik zum Ausführen von Fahrerunterstützung auf Grundlage von Objektdetektionsinformation entwickelt, die von fahrzeuginternen Sensoren ausgegeben wird. Zum Beispiel wird in einem automatisierten Fahrzeug eine vom Fahrzeug auszuführende Handlung auf Grundlage eines Detektionsergebnisses eines Hindernisses um das Fahrzeug herum durch die fahrzeuginternen Sensoren bestimmt, und die Fahrzeugsteuerung wird ausgeführt. Zu diesem Zeitpunkt kann eine geeignetere Fahrzeugsteuerung durchgeführt werden, indem die Handlung des Fahrzeugs auf Grundlage nur des Objekts bestimmt wird, das die Steuerung des Fahrzeugs beeinflusst, anstatt die vom Fahrzeug zu ergreifende Handlung auf Grundlage aller von den fahrzeuginternen Sensoren erkannten Objekte zu bestimmen.

[0003] Zum Beispiel detektiert das in der Patentliteratur 1 beschriebene Automatisiertes-Reisen-System nur ein Objekt innerhalb eines voreingestellten Fahrbereichs als Hindernis und steuert ein Fahrzeug so, dass es eine Kollision mit dem detektierten Hindernis vermeidet.

ZITIERLISTE

PATENTLITERATUR

[0004] Patentliteratur 1: JP 2019-168888 A

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

TECHNISCHES PROBLEM

[0005] Es gibt jedoch ein Objekt, das bei der Bestimmung der Handlung eines Fahrzeugs nicht berücksichtigt werden muss, selbst wenn es sich um ein Objekt handelt, das auf derselben Straße fährt, wie z. B. ein Fahrzeug, das auf der rechten Spur fährt, wenn ein Host-Fahrzeug die Spur von der mittleren Spur auf die linke Spur wechselt. Wenn dann die Handlung auf Grundlage des Detektionsergebnisses eines solchen Objekts bestimmt wird, besteht die Möglichkeit, dass eine unangemessene Handlungsbestimmung vorgenommen wird.

[0006] Die vorliegende Offenbarung wurde in Anbetracht der obigen Umstände gemacht, und ein Ziel der vorliegenden Offenbarung ist es, eine Fahrerunterstützungsvorrichtung zu erhalten, die in der Lage ist, das Fahren eines Fahrzeugs auf Grundlage von Objektdetektionsinformationen in geeigneterer Weise zu unterstützen.

LÖSUNG DES PROBLEMS

[0007] Fahrerunterstützungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Offenbarung, die eine Beschaffungseinheit zum Beschaffen von Objektdetektionsinformationen, die ein Detektionsergebnis eines Objekts um ein Fahrzeug herum durch einen an dem Fahrzeug angebrachten Sensor anzeigen, eine Folgerungs-Einheit zum Ausgeben von Fahrerunterstützungsinformationen aus den von der Beschaffungseinheit eingegebenen Objektdetektionsinformationen unter Verwendung eines gelernten Modells zur Fahrerunterstützung zum Folgern der Fahrerunterstützungsinformationen zur Fahrerunterstützung des Fahrzeugs aus den Objektdetektionsinformationen, und eine Bewertungseinheit zum Berechnen eines Grades des Einflusses der von der Beschaffungseinheit eingegebenen Objektdetektionsinformation auf eine Ausgabe des gelernten Modells zur Fahrerunterstützung als einen Bewertungswert, wobei die Folgerungs-Einheit die Fahrerunterstützungsinformation auf Grundlage der Objektdetektionsinformation ausgibt, bei der der von der Bewertungseinheit berechnete Bewertungswert größer als ein vorbestimmter Schwellenwert innerhalb der von der Beschaffungseinheit eingegebenen Objektdetektionsinformation ist.

VORTEILHAFTE EFFEKTE DER ERFINDUNG

[0008] Die Fahrerunterstützungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Offenbarung umfasst die Folgerungs-Einheit, um die Fahrerunterstützungsinformationen aus den von der Beschaffungseinheit eingegebenen Objektdetektionsinformationen auszugeben, indem das gelernte Modell zur Fahrerunterstützung verwendet wird zum Folgern der Fahrerunterstützungsinformationen zur Fahrerunterstützung des Fahrzeugs aus den Objektdetektionsinformationen, und die Bewertungseinheit zum Berechnen des Grades des Einflusses der von der Beschaffungseinheit eingegebenen Objektdetektionsinformationen auf die Ausgabe des gelernten Modells zur Fahrerunterstützung, als Bewertungswert. Die Folgerungs-Einheit gibt die Fahrerunterstützungsinformationen auf Grundlage der Objektdetektionsinformationen aus, bei denen der von der Bewertungseinheit berechnete Bewertungswert größer ist als ein vorbestimmter Schwellenwert der von der Beschaffungseinheit eingegebenen Objektdetektionsinformationen. Durch die Ausgabe der Fahrerunterstützungsinformationen auf Grundlage der Objektdetektionsinformationen mit

einem großen Bewertungswert ist es daher möglich, das Fahren des Fahrzeugs auf Grundlage der Objektdetektionsinformationen in geeigneter Weise zu unterstützen.

Figurenliste

Fig. 1 ist ein Konfigurationsdiagramm, das eine Konfiguration eines Automatisiertes-Fahren-Systems 1000 gemäß einer ersten Ausführungsform illustriert.

Fig. 2 ist ein Konfigurationsdiagramm, das eine Konfiguration einer Fahrunterstützungsvorrichtung 100 gemäß der ersten Ausführungsform illustriert.

Fig. 3 ist ein Hardware-Konfigurationsdiagramm, das eine Hardware-Konfiguration der Fahrunterstützungsvorrichtung 100 gemäß der ersten Ausführungsform illustriert.

Fig. 4 ist ein Flussdiagramm, das eine Operation der Fahrunterstützungsvorrichtung 100 gemäß der ersten Ausführungsform illustriert.

Fig. 5 ist ein konzeptionelles Diagramm zur Erläuterung eines bestimmten Beispiels der ersten Vorverarbeitung.

Fig. 6 ist ein konzeptionelles Diagramm zur Erläuterung des bestimmten Beispiels der ersten Vorverarbeitung.

Fig. 7 ist ein konzeptionelles Diagramm zur Erläuterung eines bestimmten Beispiels der zweiten Vorverarbeitung.

Fig. 8 ist ein Diagramm, das ein bestimmtes Beispiel für einen Bewertungswert illustriert.

Fig. 9 ist ein konzeptionelles Diagramm zur Erläuterung des bestimmten Beispiels der zweiten Vorverarbeitung.

Fig. 10 ist ein Diagramm, das ein bestimmtes Beispiel für den Bewertungswert illustriert.

Fig. 11 ist ein konzeptionelles Diagramm zur Erläuterung des bestimmten Beispiels der zweiten Vorverarbeitung.

Fig. 12 ist ein Konfigurationsdiagramm, das eine Konfiguration einer Lernvorrichtung 300 gemäß der ersten Ausführungsform illustriert.

Fig. 13 ist ein Hardware-Konfigurationsdiagramm, das eine Hardware-Konfiguration der Lernvorrichtung 300 gemäß der ersten Ausführungsform illustriert.

Fig. 14 ist ein Flussdiagramm, das eine Operation der Lernvorrichtung 300 gemäß der ersten Ausführungsform illustriert.

Fig. 15 ist ein Flussdiagramm zur Erläuterung einer Operation, bei der die Lernvorrichtung

300 gemäß der ersten Ausführungsform das anfängliche Lernen eines Lernmodells zur Fahrunterstützung ausführt.

Fig. 16 ist ein Flussdiagramm zur Erläuterung einer Operation, bei der die Lernvorrichtung 300 gemäß der ersten Ausführungsform ein Lernmodell zur Bewertungswert-Berechnung erlernt.

Fig. 17 ist ein Flussdiagramm zur Erläuterung einer Operation, bei der die Lernvorrichtung 300 gemäß der ersten Ausführungsform das Lernmodell zur Fahrunterstützung erlernt.

BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSFORMEN

Erste Ausführungsform

[0009] **Fig. 1** ist ein Konfigurationsdiagramm, das eine Konfiguration eines Automatisiertes-Fahren-Systems 1000 gemäß einer ersten Ausführungsform illustriert. Das Automatisiertes-Fahren-System 1000 enthält eine Fahrunterstützungsvorrichtung 100, eine Fahrzeugsteuerungsvorrichtung 200 und eine Lernvorrichtung 300. Ferner wird davon ausgegangen, dass das Automatisiertes-Fahren-System 1000 in einem Fahrzeug bereitgestellt ist.

[0010] Details der Fahrunterstützungsvorrichtung 100 und der Fahrzeugsteuerungsvorrichtung 200 werden in der folgenden Nutzungsphase beschrieben, und Details der Lernvorrichtung 300 werden in der folgenden Lernphase beschrieben. Die Nutzungsphase ist eine Phase, in der die Fahrunterstützungsvorrichtung 100 das Führen eines Fahrzeugs unter Verwendung eines gelernten Modells unterstützt und die Fahrzeugsteuerungsvorrichtung 200 das Fahrzeug auf Grundlage der von der Fahrunterstützungsvorrichtung 100 ausgegebenen Fahrunterstützungsinformationen steuert, während die Lernvorrichtung 300 eine Phase ist, in der das von der Fahrunterstützungsvorrichtung 100 in der Nutzungsphase verwendete Lernmodell gelernt wird.

<Nutzungsphase>

[0011] **Fig. 2** ist ein Konfigurationsdiagramm, das eine Konfiguration der Fahrunterstützungsvorrichtung 100 gemäß der ersten Ausführungsform illustriert. Die Fahrunterstützungsvorrichtung 100 unterstützt das Fahren eines Fahrzeugs, indem sie das Verhalten des Fahrzeugs in Abhängigkeit von der Umgebung des Fahrzeugs bestimmt, und enthält eine Beschaffungseinheit 110, eine Erkennungseinheit 120 und eine Bestimmungseinheit 130. Die Fahrunterstützungsvorrichtung 100 gibt Fahrunterstützungsinformationen an die Fahrzeugsteuerungsvorrichtung 200 aus, und die Fahrzeugsteuerungsvorrichtung 200 steuert das

Fahrzeug auf Grundlage der eingegebenen Fahrunterstützungsinformationen.

[0012] Die Beschaffungseinheit 110 beschafft verschiedene Typen von Informationen und enthält eine Objektdetektionsinformation-Beschaffungseinheit 111, eine Karteninformation-Beschaffungseinheit 112, eine Fahrzeugzustandsinformation-Beschaffungseinheit 113 und eine Navigationsinformation-Beschaffungseinheit 114. Die Beschaffungseinheit 110 gibt die beschafften verschiedenen Typen von Informationen an die Erkennungseinheit 120 und die Bestimmungseinheit 130 aus.

[0013] Die Objektdetektionsinformation-Beschaffungseinheit 111 beschafft Objektdetektionsinformationen, die ein Detektionsergebnis eines Objekts in der Umgebung des Fahrzeugs anzeigen. Hier sind die Objektdetektionsinformationen Sensordaten, die von einem am Fahrzeug befestigten Sensor beschafft werden. Zum Beispiel beschafft die Objektdetektionsinformation-Beschaffungseinheit 111 Punktwolken Daten, die von einem LiDAR (Light Detection and Ranging) beschafft wurden, Bilddaten, die von einer Kamera beschafft wurden, und Chirp-Daten, die von einem Radar beschafft wurden.

[0014] Die Objektdetektionsinformation-Beschaffungseinheit 111 gibt die beschafften Objektdetektionsinformationen an eine Notfallvermeidungs-Bestimmungseinheit 121, eine Bewertungseinheit 124 und eine Folgerungs-Einheit 132 (bzw. Inferenz-Einheit; engl.: „inference unit“) aus. Hier gibt die Objektdetektionsinformation-Beschaffungseinheit 111 nach Vorverarbeitung der Objektdetektionsinformation die vorverarbeitete Objektdetektionsinformation an die Bewertungseinheit 124 und die Folgerungs-Einheit 132 aus. Im Folgenden wird die von der Objektdetektionsinformation-Beschaffungseinheit 111 durchgeführte Vorverarbeitung der Objektdetektionsinformation als „erste Vorverarbeitung“ bezeichnet. Darüber hinaus ist die an die Bewertungseinheit 124 und die Folgerungs-Einheit 132 ausgegebene Objektdetektionsinformation die Objektdetektionsinformation nach der ersten Vorverarbeitung, aber die an die Notfallvermeidungs-Bestimmungseinheit 121 ausgegebene Objektdetektionsinformation kann die Objektdetektionsinformation nach der ersten Vorverarbeitung oder die Objektdetektionsinformation vor der ersten Vorverarbeitung sein.

[0015] In einem Fall, in dem Informationen wie die Position des Fahrzeugs zum Zeitpunkt des Ausführens der ersten Vorverarbeitung erforderlich sind, beschafft die Objektdetektionsinformation-Beschaffungseinheit 111 außerdem Fahrzeugzustandsinformationen von der Fahrzeugzustandsinformation-Beschaffungseinheit 113, die später beschrieben wird, und führt dann die erste Vorverarbeitung aus.

[0016] Nachfolgend wird die erste Vorverarbeitung beschrieben.

[0017] Die Objektdetektionsinformation-Beschaffungseinheit 111 bestimmt Objektdetektionsinformationen, die ein Detektionsergebnis eines Objekts innerhalb eines voreingestellten Bereichs auf Grundlage von Karteninformationen anzeigen, die von der Karteninformation-Beschaffungseinheit 112 beschafft werden, die später beschrieben wird. Dann gibt die später zu beschreibende Folgerungs-Einheit 132 Fahrunterstützungsinformationen auf Grundlage der von der Objektdetektionsinformation-Beschaffungseinheit 111 bestimmten Objektdetektionsinformation aus. Dabei wird davon ausgegangen, dass der obige Bereich von einem Konstrukteur der Fahrunterstützungsvorrichtung 100 oder einem Fahrer des Fahrzeugs mittels einer Eingabevorrichtung (nicht illustriert) eingestellt wird.

[0018] Die erste Vorverarbeitung wird näher beschrieben.

Die Objektdetektionsinformation-Beschaffungseinheit 111 ersetzt einen Sensorwert einer Objektdetektionsinformation, die ein Detektionsergebnis eines Objekts außerhalb des voreingestellten Bereichs anzeigt, durch einen vorbestimmten Sensorwert auf Grundlage der Karteninformation. Als vorbestimmter Sensorwert kann hier zum Beispiel ein Sensorwert verwendet werden, der beschafft wird, wenn der Sensor kein Objekt detektiert. Darüber hinaus hält die Objektdetektionsinformation-Beschaffungseinheit 111 den Sensorwert der Objektdetektionsinformation, der das Detektionsergebnis des Objekts innerhalb des voreingestellten Bereichs anzeigt, auf dem ursprünglichen Sensorwert fest.

[0019] Zum Beispiel in einem Fall, in dem eine Straße, auf der das Fahrzeug fährt, als ein Detektionszielbereich eingestellt ist, ersetzt die Objektdetektionsinformation-Beschaffungseinheit 111 den Sensorwert der Objektdetektionsinformation, die das Detektionsergebnis des Objekts außerhalb der Straße, auf der das Fahrzeug fährt, innerhalb der Objektdetektionsinformationen anzeigt, durch den Sensorwert, der angezeigt wird, wenn der Sensor kein Objekt detektiert, und behält den Sensorwert, der durch die Objektdetektionsinformation angezeigt wird, die das Detektionsergebnis des Objekts innerhalb der Straße, auf der das Fahrzeug fährt, anzeigt, bei dem ursprünglichen Sensorwert.

[0020] Die Karteninformation-Beschaffungseinheit 112 beschafft Karteninformationen, die eine Position eines Merkmals um das Fahrzeug herum anzeigen. Beispiele für das Merkmal enthalten eine weiße Linie, einen Straßenrand, ein Gebäude und ähnliches. Die Karteninformation-Beschaffungseinheit 112 gibt die beschaffte Karteninformation an die Objektdetektionsinformation-Beschaffungseinheit

111 und eine Fahrsituation-Bestimmungseinheit 122 aus.

[0021] Die Fahrzeugzustandsinformation-Beschaffungseinheit 113 beschafft Fahrzeugzustandsinformationen, die den Zustand des Fahrzeugs anzeigen. Der Fahrzeugzustand enthält zum Beispiel physikalische Größen wie eine Geschwindigkeit, eine Beschleunigung, eine Position und eine Ausrichtung des Fahrzeugs. Hier beschafft die Navigationsinformation-Beschaffungseinheit 113 Fahrzeugzustandsinformationen, die die Position und die Geschwindigkeitsinformation des Fahrzeugs anzeigen, die zum Beispiel von einem Empfänger des globalen Navigationssatellitensystems (GNSS) oder einer Inertial-Navigationsvorrichtung berechnet werden. Die Fahrzeugzustandsinformation-Beschaffungseinheit 113 gibt die beschaffte Fahrzeugzustandsinformation an die Notfallvermeidungs-Bestimmungseinheit 121, die Fahrsituation-Bestimmungseinheit 122 und die Folgerungs-Einheit 132 aus.

[0022] Die Navigationsinformation-Beschaffungseinheit 114 beschafft Navigationsinformation, die einen Reiseplan des Fahrzeugs anzeigt, wie z.B. einen Weg zu einem Ziel und eine empfohlene Fahrspur, von einer Vorrichtung, wie z.B. einem Fahrzeugnavigationssystem. Die Navigationsinformation-Beschaffungseinheit 114 gibt die beschafften Navigationsinformationen an die Fahrsituation-Bestimmungseinheit 122 aus.

[0023] Die Erkennungseinheit 120 erkennt die Situation um das Fahrzeug auf Grundlage der von der Beschaffungseinheit 110 eingegebenen Informationen und enthält die Notfallvermeidungs-Bestimmungseinheit 121, die Fahrsituation-Bestimmungseinheit 122, eine Modellauswahleinheit 123 und die Bewertungseinheit 124.

[0024] Die Notfallvermeidungs-Bestimmungseinheit 121 bestimmt auf Grundlage der von der Beschaffungseinheit 110 eingegebenen Objektdetektionsinformationen, ob sich das Fahrzeug in einer Situation befindet, die eine Notfallvermeidung erfordert. Hier ist die Situation, die eine Notfallvermeidung erfordert, zum Beispiel ein Zustand, in dem eine hohe Wahrscheinlichkeit einer Kollision mit einem anderen Fahrzeug oder einem Fußgänger besteht, und die Notfallvermeidungs-Bestimmungseinheit 121 kann eine Entfernung zu einem Hindernis auf Grundlage von Punktwolkendaten, Bilddaten oder ähnlichem berechnen und bestimmen, dass es ein gefährlicher Zustand ist, falls die berechnete Entfernung gleich oder weniger als ein vorbestimmter Schwellwert ist.

[0025] Die Fahrsituation-Bestimmungseinheit 122 bestimmt die Fahrsituation des Fahrzeugs auf Grundlage der Fahrzeugzustandsinformationen und der von der Beschaffungseinheit 110 eingegebenen

Navigationsinformationen. Die Fahrsituation enthält hier zum Beispiel einen Fahrspurwechsel, ein Linksabbiegen an einer Kreuzung, ein Anhalten an einer roten Ampel und ähnliches. Zum Beispiel bestimmt die Fahrsituation-Bestimmungseinheit 122 in einem Fall, in dem festgestellt wird, dass sich das Fahrzeug einer Kreuzung nähert, an der die Navigationsinformationen auf Grundlage der durch die Fahrzeugzustandsinformationen angezeigte Position des Fahrzeugs und der durch die Karteninformationen angezeigte Position der Kreuzung ein Linksabbiegen anzeigen, dass die Fahrsituation des Fahrzeugs „Linksabbiegen“ ist.

[0026] Die Modellauswahleinheit 123 wählt ein gelerntes Modell aus, das von der Bewertungseinheit 124 und der Folgerungs-Einheit 132 auf Grundlage der von der Fahrsituation-Bestimmungseinheit 122 bestimmten Fahrsituation zu verwenden ist. Zum Beispiel wird in einem Fall, in dem die von der Fahrsituation-Bestimmungseinheit 122 bestimmte Fahrsituation „Spurwechsel“ ist, das gelernte Modell für einen Spurwechsel ausgewählt, während in einem Fall, in dem die von der Fahrsituation-Bestimmungseinheit 122 bestimmte Fahrsituation „Geradeausfahren“ ist, das gelernte Modell für Geradeausfahren ausgewählt wird. Dabei wählt die Modellauswahleinheit 123 jeweils ein gelerntes Modell für das gelernte Modell zur Bewertungswert-Berechnung und das gelernte Modell zur Fahrunterstützung aus.

[0027] Die Bewertungseinheit 124 errechnet als Bewertungswert den Grad des Einflusses der von der Beschaffungseinheit 110 eingegebenen Objektdetektionsinformation auf die Ausgabe des gelernten Modells zur Fahrunterstützung. Der Bewertungswert kann dabei auch als Grad der Wichtigkeit der einzelnen Objektdetektionsinformationen auf die Bestimmung der Handlung des Fahrzeugs verstanden werden. Weiterhin ist das gelernte Modell zur Fahrunterstützung ein gelerntes Modell, das von der Folgerungs-Einheit 132 verwendet wird, um Fahrunterstützungsinformationen zu folgern.

[0028] Außerdem gibt in der ersten Ausführungsform die Bewertungseinheit 124 den Bewertungswert aus den von der Beschaffungseinheit eingegebenen Objektdetektionsinformationen aus, indem sie ein gelerntes Modell zur Bewertungswert-Berechnung verwendet, das einen Bewertungswert aus den Objektdetektionsinformationen berechnet. Hier ist das gelernte Modell zur Bewertungswert-Berechnung, das von der Bewertungseinheit 124 verwendet wird, das gelernte Modell zur Bewertungswert-Berechnung, das von der Modellauswahleinheit 123 ausgewählt wurde.

[0029] Eine Notfallvermeidungshandlung-Bestimmungseinheit 131 gibt Fahrunterstützungsinformationen für das Fahrzeug aus, um eine Notfallvermeidung

derung in einem Fall auszuführen, in dem die Notfallvermeidungs-Bestimmungseinheit 121 bestimmt, dass eine Notfallvermeidung erforderlich ist. Die Notfallvermeidungshandlung-Bestimmungseinheit 131 kann die Fahrunterstützungsinformationen unter Verwendung von KI folgern oder die Fahrunterstützungsinformationen auf einer Grundlage von Regeln bestimmen. Zum Beispiel wird in einem Fall, in dem ein Fußgänger vor dem Fahrzeug auftaucht, eine Notbremsung ausgeführt. Die Details der Fahrunterstützungsinformationen werden im Folgenden zusammen mit der Folgerungs-Einheit 132 beschrieben.

[0030] Die Folgerungs-Einheit 132 gibt Fahrunterstützungsinformationen aus den von der Beschaffungseinheit 110 eingegebenen Objektdetektionsinformationen aus, indem sie ein gelerntes Modell zur Fahrunterstützung verwendet, das aus den Objektdetektionsinformationen auf Fahrunterstützungsinformationen zur Fahrunterstützung des Fahrzeugs folgert. Dabei gibt die Folgerungs-Einheit 132 die Fahrunterstützungsinformationen auf Grundlage der Objektdetektionsinformationen aus, bei denen der von der Bewertungseinheit 124 berechnete Bewertungswert größer ist als ein vorbestimmter Schwellwert innerhalb der von der Beschaffungseinheit 110 eingegebenen Objektdetektionsinformationen. Mit anderen Worten, die Folgerungs-Einheit 132 gibt die Fahrunterstützungsinformationen nicht auf Grundlage der Objektdetektionsinformationen aus, die einen Bewertungswert haben, der kleiner als der vorbestimmte Schwellwert ist. Darüber hinaus ist das gelernte Modell zur Fahrunterstützung, das von der Folgerungs-Einheit 132 verwendet wird, das gelernte Modell zur Fahrunterstützung, das von der Modellauswahleinheit 123 ausgewählt wurde.

[0031] Die von der Folgerungs-Einheit 132 ausgegebenen Fahrunterstützungsinformationen geben beispielsweise einen Steuerbetrag des Fahrzeugs, wie einen Gaspedalwert, einen Bremswert und einen Lenkwert, einen binären Wert, der anzeigt, ob ein Spurwechsel durchgeführt werden soll oder nicht, einen Zeitabschnitt für einen Spurwechsel, eine Position und eine Geschwindigkeit des Fahrzeugs zu einem zukünftigen Zeitpunkt und dergleichen an.

[0032] Darüber hinaus verwendet das gelernte Modell zur Fahrunterstützung mindestens die Objektdetektionsinformation als Eingabe und ist nicht darauf beschränkt, dass es nur die Objektdetektionsinformation als Eingabe verwendet. Nicht nur die Objektdetektionsinformationen, sondern auch andere Informationen, zum Beispiel Fahrzeugzustandsinformationen, können als Eingabe des gelernten Modells zur Fahrunterstützung verwendet werden. Genauer gesagt, im Falle eines Modells, das die Bestimmung des Fahrspurwechsels folgert (das ausgibt, ob eine Fahrspur gewechselt werden soll),

muss die Fahrzeugzustandsinformation nicht als Eingabe verwendet werden, da die relative Geschwindigkeitsbeziehung zu einem anderen Fahrzeug durch die Verwendung von Zeitreihendaten als Eingabe verstanden werden kann. Andererseits werden im Falle eines Modells, das einen Gaspedalwert folgert, um eine Entfernung vor oder nach einem anderen Fahrzeug einzuhalten, nicht nur die Objektdetektionsinformationen, sondern auch die Fahrzeugzustandsinformationen als Eingabe des Modells verwendet, da sich ein geeigneter Gaspedalwert zur Einhaltung der Geschwindigkeit in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit des Host-Fahrzeugs ändert. Nachfolgend wird ein Fall beschrieben, in dem sowohl die Objektdetektionsinformationen als auch die Fahrzeugzustandsinformationen als Eingabe des gelernten Modells zur Fahrunterstützung verwendet werden.

[0033] Das heißt, die Folgerungs-Einheit 132 gibt die Fahrunterstützungsinformationen aus den Fahrzeugzustandsinformationen und den von der Beschaffungseinheit 110 eingegebenen Objektdetektionsinformationen aus, indem sie das gelernte Modell zur Fahrunterstützung verwendet, das die Fahrunterstützungsinformationen aus den Fahrzeugzustandsinformationen und den Objektdetektionsinformationen folgert.

[0034] Einzelheiten der von der Folgerungs-Einheit 132 ausgeführten Verarbeitung werden näher beschrieben.

Nach der Vorverarbeitung der von der Beschaffungseinheit 110 eingegebenen Objektdetektionsinformationen gibt die Folgerungs-Einheit 132 die vorverarbeiteten Objektdetektionsinformationen und die Fahrzeugzustandsinformationen in das gelernte Modell zur Fahrunterstützung ein. Im Folgenden wird die von der Folgerungs-Einheit 132 an den Objektdetektionsinformationen ausgeführte Vorverarbeitung als „zweite Vorverarbeitung“ bezeichnet.

[0035] Nachfolgend wird die zweite Vorverarbeitung beschrieben.

[0036] Die Folgerungs-Einheit 132 ersetzt den Sensorwert der Objektdetektionsinformation, der einen Bewertungswert hat, der gleich oder weniger als ein vorbestimmter Schwellwert innerhalb der von der Beschaffungseinheit eingegebenen Objektdetektionsinformationen ist, durch einen vorbestimmten Sensorwert. Als vorbestimmter Sensorwert kann hier beispielsweise ein Sensorwert verwendet werden, der beschafft wird, wenn der bordeigene Sensor kein Objekt detektiert. Darüber hinaus ersetzt die Folgerungs-Einheit 132 den Sensorwert der Objektdetektionsinformation, die einen Bewertungswert gleich oder weniger als den vorbestimmten Schwellwert hat, durch den vorbestimmten Sensorwert und behält den Sensorwert, der durch die Objektdetek-

tionsinformation angezeigt wird, die einen Bewertungswert größer als den vorbestimmten Schwellwert hat, auf dem ursprünglichen Sensorwert.

[0037] Dann gibt die Folgerungs-Einheit 132 die Fahrunterstützungsinformation aus, indem sie die Objektdetektionsinformation nach der oben beschriebenen zweiten Vorverarbeitung und die Fahrzeugzustandsinformation in das gelernte Modell zur Fahrunterstützung eingibt.

[0038] Die Fahrzeugsteuerungsvorrichtung 200 steuert das Fahrzeug auf Grundlage der von der Fahrunterstützungsvorrichtung 100 ausgegebenen Fahrunterstützungsinformationen. Zum Beispiel in einem Fall, in dem die Fahrunterstützungsinformation einen Steuerbetrag des Fahrzeugs anzeigt, steuert die Fahrzeugsteuervorrichtung 200 das zu steuernde Fahrzeug auf Grundlage des Steuerbetrags, und in einem Fall, in dem die Fahrunterstützungsinformation einen Fahrzeugzustand zu einem zukünftigen Zeitpunkt anzeigt, berechnet die Fahrzeugsteuervorrichtung einen Steuerbetrag des Fahrzeugs zum Erreichen des Fahrzeugzustands und steuert das Fahrzeug auf Grundlage des berechneten Steuerbetrags.

[0039] Als nächstes wird die Hardware-Konfiguration der Fahrunterstützungsvorrichtung 100 gemäß der ersten Ausführungsform beschrieben. Jede Funktion der Fahrunterstützungsvorrichtung 100 wird durch einen Computer implementiert. **Fig. 3** ist ein Konfigurationsdiagramm, das eine Hardware-Konfiguration eines Rechners illustriert, der die Fahrunterstützungsvorrichtung 100 implementiert.

[0040] Die in **Fig. 3** illustrierte Hardware enthält eine Verarbeitungsvorrichtung 10000, wie z.B. eine zentrale Verarbeitungseinheit (CPU), und eine Speichereinheit 10001, wie z.B. einen Nur-Lese-Speicher (ROM) oder eine Festplatte.

[0041] Die in **Fig. 2** illustrierte Beschaffungseinheit 110, die Erkennungseinheit 120 und die Bestimmungseinheit 130 werden von der Verarbeitungsvorrichtung 10000 implementiert, die ein in der Speichervorrichtung 10001 gespeichertes Programm ausführt. Darüber hinaus ist das Verfahren zur Implementierung jeder Funktion der Fahrunterstützungsvorrichtung 100 nicht auf die oben beschriebene Kombination aus Hardware und Programm beschränkt und kann durch ein einziges Stück Hardware implementiert werden, wie z.B. eine großflächige integrierte Schaltung (LSI), in der ein Programm in einer Verarbeitungsvorrichtung implementiert ist, oder einige der Funktionen können durch dedizierte Hardware implementiert werden und einige der Funktionen können durch eine Kombination aus einer Verarbeitungsvorrichtung und einem Programm implementiert werden.

[0042] Die Fahrunterstützungsvorrichtung 100 gemäß der ersten Ausführungsform ist wie oben beschrieben konfiguriert.

[0043] Als nächstes wird die Operation der Fahrunterstützungsvorrichtung 100 gemäß der ersten Ausführungsform beschrieben.

Im Folgenden wird davon ausgegangen, dass die Objektdetektionsinformationen, die für die Eingabe des gelernten Modells durch die Folgerungs-Einheit 132 und die Bewertungseinheit 124 verwendet werden, Punktwolkendaten sind, und die Notfallvermeidungs-Bestimmungseinheit 121 bestimmt, ob eine Notfallvermeidung auf Grundlage von Bilddaten und den Punktwolkendaten erforderlich ist.

[0044] **Fig. 4** ist ein Flussdiagramm, das die Operation der Fahrunterstützungsvorrichtung 100 gemäß der ersten Ausführungsform illustriert. Die Operation der Fahrunterstützungsvorrichtung 100 entspricht einem Fahrunterstützungsverfahren, und ein Programm, das einen Computer veranlasst, die Operation der Fahrunterstützungsvorrichtung 100 auszuführen, entspricht einem Fahrunterstützungsprogramm. Darüber hinaus kann „Einheit“ zweckmäßigerweise als „Schritt“ gelesen werden.

[0045] Zuerst, in Schritt S1, beschafft die Beschaffungseinheit 110 verschiedene Typen von Informationen, einschließlich Objektdetektionsinformationen. Genauer gesagt, die Objektdetektionsinformation-Beschaffungseinheit 111 beschafft Objektdetektionsinformationen, die Karteninformation-Beschaffungseinheit 112 beschafft Karteninformationen um ein Fahrzeug herum, die Fahrzeugzustandsinformation-Beschaffungseinheit 113 beschafft Fahrzeugzustandsinformationen zum aktuellen Zeitpunkt, und die Navigationsinformation-Beschaffungseinheit 114 beschafft Navigationsinformationen, die einen Reiseplan des Host-Fahrzeugs anzeigen.

[0046] Als nächstes, in Schritt S2, führt die Beschaffungseinheit 110 eine erste Vorverarbeitung aus. Ein bestimmtes Beispiel für die erste Vorverarbeitung wird unter Bezugnahme auf **Fig. 5** und **Fig. 6** beschrieben. **Fig. 5** und **Fig. 6** sind konzeptionelle Diagramme zur Erläuterung des bestimmten Beispiels der ersten Vorverarbeitung. Ein Fahrzeug A1 ist ein Host-Fahrzeug, das die Fahrunterstützungsvorrichtung 100 enthält. In **Fig. 5** und **Fig. 6** stellt eine gerade Linie, die radial von der Mitte des Fahrzeugs A1 ausgeht, jede Objektdetektionsinformation dar, und die Position am Ende der geraden Linie stellt einen Sensorwert dar. Wenn der Sensor ein Objekt detektiert, gibt der Sensorwert die Entfernung zwischen dem Fahrzeug und dem Objekt an, und wenn der Sensor nichts detektiert, gibt der Sensorwert die maximale Entfernung an, die von dem Sensor detektiert werden kann. Darüber hinaus wird in einem Fall,

in dem sich ein Objekt innerhalb der maximalen Entfernung des Sensors befindet, angenommen, dass der Sensor das Objekt detektiert.

[0047] In **Fig. 5** fährt das Fahrzeug A1 auf einer Straße R1, und das am Fahrzeug A1 befestigte LiDAR detektiert ein Gebäude C1 außerhalb der Straße R1 und ein anderes Fahrzeug B1, das auf derselben Straße R1 fährt. In **Fig. 5** ist innerhalb der Objektdetektionsinformationen die Objektdetektionsinformation, in der nichts detektiert wird, durch eine gepunktete Linie angezeigt, und die Objektdetektionsinformation, in der ein Objekt detektiert wird, ist durch eine durchgezogene Linie angezeigt.

[0048] Da das Fahrzeug A1 auf der Straße R1 fährt, ist hier die für die Steuerung des Fahrzeugs A1 erforderliche Objektdetektionsinformation die Objektdetektionsinformation, bei der das Objekt innerhalb der Straße R1 erkannt wird, und die Straße R1 wird als Einstellbereich in der ersten Vorverarbeitung eingestellt. In diesem Fall ersetzt die Objektdetektionsinformation-Beschaffungseinheit 111 den Sensorwert der Objektdetektionsinformation, in der das Objekt außerhalb der Straße R1 detektiert wird, durch einen vorbestimmten Wert, und behält den Sensorwert der Objektdetektionsinformation, in der das Objekt innerhalb der Straße R1 detektiert wird, auf dem ursprünglichen Sensorwert. Das heißt, wie in **Fig. 6** illustriert, ersetzt die Objektdetektionsinformation-Beschaffungseinheit 111 den Sensorwert der Objektdetektionsinformation, in der das Gebäude C1 außerhalb der Straße R1 detektiert wird, durch den Sensorwert, der beschafft wird, wenn der Sensor kein Objekt detektiert.

[0049] Als nächstes bestimmt die Notfallvermeidungs-Bestimmungseinheit 121 in Schritt S3, ob sich das Fahrzeug in einem Zustand befindet, der eine Notfallvermeidung erfordert. Falls die Notfallvermeidungs-Bestimmungseinheit 121 bestimmt, dass sich das Fahrzeug in einem Zustand befindet, der eine Notfallvermeidung erfordert, fährt das Verfahren mit Schritt S4 fort, während es bestimmt, dass sich das Fahrzeug nicht in einem Zustand befindet, der eine Notfallvermeidung erfordert, fährt das Verfahren mit Schritt S5 fort.

[0050] Falls das Verfahren mit Schritt S4 fortfährt, gibt die Notfallvermeidungshandlung-Bestimmungseinheit 131 Fahrunterstützungsinformation zur Durchführung einer Notfallvermeidung an die Fahrzeug-Steuervorrichtung 200 aus.

[0051] Falls der Prozess mit Schritt S5 fortfährt, bestimmt die Fahrsituation-Bestimmungseinheit 122 die Fahrsituation des Fahrzeugs.

[0052] Als nächstes wählt die Modellauswahleinheit 123 in Schritt S6 auf Grundlage der in Schritt S5

bestimmten Fahrsituation ein gelerntes Modell aus, das in einem nachfolgenden Schritt zu verwenden ist.

[0053] Als nächstes, in Schritt S7, berechnet die Bewertungseinheit 124 als Bewertungswert den Grad des Einflusses der eingegebenen Objektdetektionsinformation auf die Ausgabe des gelernten Modells zur Fahrunterstützung.

[0054] Als nächstes gibt die Folgerungs-Einheit 132 in Schritt S8 die Fahrunterstützungsinformationen auf Grundlage der Fahrzeugzustandsinformationen zum aktuellen Zeitpunkt und der Objektdetektionsinformationen aus, bei denen der in Schritt S7 berechnete Bewertungswert größer als der vorbestimmte Schwellenwert innerhalb der Objektdetektionsinformationen ist.

[0055] Bestimmte Beispiele für die Operationen der Bewertungseinheit 124 und der Folgerungs-Einheit 132 werden unter Bezugnahme auf **Fig. 7** bis **Fig. 11** beschrieben. **Fig. 7**, **Fig. 9** und **Fig. 11** sind konzeptionelle Diagramme zur Erläuterung der bestimmten Beispiele der Operationen der Bewertungseinheit 124 und der Folgerungs-Einheit 132, während **Fig. 8** und **Fig. 10** Diagramme sind, die bestimmte Beispiele von Bewertungswerten illustrieren, die von der Bewertungseinheit 124 berechnet werden.

[0056] In **Fig. 7** detektiert der am Fahrzeug A1 befestigte bordeigene Sensor andere Fahrzeuge B2 bis B7.

[0057] Nachfolgend werden zwei Fälle beschrieben, nämlich (1) ein Fall, in dem das Fahrzeug A1 die Spur von der rechten auf die linke Spur wechselt, und (2) ein Fall, in dem das Fahrzeug A1 weiterhin geradeaus auf der rechten Spur fährt.

(1) Fall, in dem das Fahrzeug A1 von der rechten auf die linke Fahrspur wechselt

[0058] Der von der Bewertungseinheit 124 in diesem Fall berechnete Bewertungswert wird unter Bezugnahme auf **Fig. 7** und **Fig. 8** beschrieben. Da sich das andere Fahrzeug B4 und das andere Fahrzeug B7 auf der gleichen Spur befinden, ist der Einfluss auf den Spurwechsel nicht so groß, mit anderen Worten, man kann sagen, dass der Grad des Einflusses auf die Ausgabe des gelernten Modells zur Fahrunterstützung mittel ist. Daher werden die Bewertungswerte der Objektdetektionsinformation D5, in der das Fahrzeug B4 detektiert wird, und der Objektdetektionsinformation, in der das Fahrzeug B7 detektiert wird, als mittel berechnet. Da sich das andere Fahrzeug B3 und das andere Fahrzeug B6 auf der linken Spur befinden, aber vom Host-Fahrzeug entfernt sind, ist die Bedeutung des anderen Fahrzeugs B3 und des anderen Fahrzeugs B6 nicht so hoch,

und die Bewertungswerte der Objektdetektionsinformation D3, in der das Fahrzeug B3 detektiert wird, und der Objektdetektionsinformation D6, in der das Fahrzeug B6 detektiert wird, werden als mittel berechnet. Andererseits, da das andere Fahrzeug B2 und das andere Fahrzeug B5 sich in der Spur des Spurwechselziels befinden und in geringer Entfernung zum Host-Fahrzeug sind, ist die Wichtigkeit der Objektdetektionsinformation D2, in der das Fahrzeug B2 erkannt wird, und der Objektdetektionsinformation D5, in der das Fahrzeug B5 erkannt wird, hoch, und die Bewertungswerte dieser Teile der Objektdetektionsinformation werden als groß berechnet.

[0059] Dann führt die Folgerungs-Einheit 132 die zweite Vorverarbeitung auf Grundlage der berechneten Bewertungswerte aus. Zum Beispiel ersetzt die Folgerungs-Einheit 132 in einem Fall, in dem der Schwellwert auf einen Wert zwischen einem mittleren Wert und einem großen Wert in **Fig. 8** eingestellt ist, wie in **Fig. 9** illustriert, die Sensor-Werte der Objektdetektionsinformationen D3, D4, D6 und D7, die einen mittleren Bewertungswert haben, durch den Sensorwert, der beschafft wird, wenn der Sensor kein Objekt detektiert. Andererseits behält die Folgerungs-Einheit 132 die Sensorwerte der Objektdetektionsinformationen D2 und D5 mit einem großen Bewertungswert bei den ursprünglichen Sensorwerten.

(2) Fall, in dem Fahrzeug A1 weiterhin auf der rechten Spur geradeaus fährt

[0060] Der von der Bewertungseinheit 124 in diesem Fall berechnete Bewertungswert wird unter Bezugnahme auf **Fig. 7** und **Fig. 10** beschrieben. Da die anderen Fahrzeuge B2 und B5 auf einer anderen Spur als das Fahrzeug A1 fahren, ist die Bedeutung der anderen Fahrzeuge B2 und B5 beim Geradeausfahren nicht so hoch, und die Bewertungswerte der Objektdetektionsinformation D2, in der das Fahrzeug B2 detektiert wird, und der Objektdetektionsinformation D5, in der das Fahrzeug B5 detektiert wird, werden auf einen mittleren Wert berechnet. Da die anderen Fahrzeuge B3 und B6 auf einer anderen Spur als das Fahrzeug A1 fahren und vom Fahrzeug A1 entfernt sind, ist die Bedeutung der anderen Fahrzeuge B3 und B6 gering, und die Bewertungswerte der Objektdetektionsinformation D3, in der das Fahrzeug B3 erkannt wird, und der Objektdetektionsinformation D6, in der das Fahrzeug B6 erkannt wird, werden als gering berechnet. Da andererseits die anderen Fahrzeuge B4 und B7 auf der gleichen Spur wie das Fahrzeug A1 fahren, ist die Bedeutung der anderen Fahrzeuge B4 und B7 hoch, und die Bewertungswerte der Objektdetektionsinformation D4, in der das Fahrzeug B4 detektiert wird, und der Objektdetektionsinformation D7, in der das Fahrzeug B7 detektiert wird, werden als groß berechnet.

[0061] Dann führt die Folgerungs-Einheit 132 die zweite Vorverarbeitung auf Grundlage der berechneten Bewertungswerte aus. Zum Beispiel ersetzt die Folgerungs-Einheit 132 in einem Fall, in dem der Schwellwert auf einen Wert zwischen einem mittleren Wert und einem großen Wert in **Fig. 10** eingestellt ist, wie in **Fig. 11** illustriert, die Sensor-Werte der Objektdetektions-Informationen D2, D3, D5 und D6, die einen mittleren oder kleinen Bewertungswert haben, durch den Sensorwert, der beschafft wird, wenn der Sensor kein Objekt detektiert. Andererseits behält die Folgerungs-Einheit 132 die Sensorwerte der Objektdetektionsinformationen D4 und D7 mit einem großen Bewertungswert bei den ursprünglichen Sensorwerten.

[0062] Die von der Bewertungseinheit 124 und der Folgerungs-Einheit 132 ausgeführte Verarbeitung wurde oben beschrieben, und es wird die Fortsetzung des Flussdiagramms in **Fig. 4** beschrieben.

[0063] Als nächstes, in Schritt S9, steuert die Fahrzeugsteuervorrichtung 200 das Fahrzeug auf Grundlage des von der Folgerungs-Einheit 132 in Schritt S8 ausgegebenen Ergebnisses der Handlungsbestimmung.

[0064] Mit der oben beschriebenen Operation kann die Fahrunterstützungsvorrichtung 100 gemäß der ersten Ausführungsform das Fahren des Fahrzeugs auf Grundlage von Objektdetektionsinformationen geeigneter unterstützen, indem Fahrunterstützungsinformationen auf Grundlage von Objektdetektionsinformationen mit einem großen Bewertungswert ausgegeben werden. Das heißt, es besteht die Möglichkeit, dass die Folgerungsgenauigkeit abnimmt, wenn unnötige Informationen in ein gelerntes Modell eingegeben werden, aber da die Fahrunterstützungsvorrichtung 100 einen Bewertungswert berechnet, Objektdetektionsinformationen mit einem großen Bewertungswert in das gelernte Modell eingibt und die Eingabe von unnötigen Informationen reduziert, so dass die Folgerungsgenauigkeit des gelernten Modells verbessert werden kann.

[0065] Darüber hinaus sind auf einer realen Straße verschiedene Hindernisse wie andere Fahrzeuge, Gebäude, Fußgänger und Schilder in verschiedenen Entfernungen vorhanden. Falls der Bewertungswert auf Grundlage einer Regel berechnet wird, ist es daher sehr zeit- und arbeitsaufwendig, die Regel anzupassen. Da jedoch die Fahrunterstützungsvorrichtung 100 gemäß der ersten Ausführungsform den Bewertungswert unter Verwendung des gelernten Modells zur Bewertungswert-Berechnung berechnet, ist es möglich, den Arbeitsaufwand für die Berechnung des Bewertungswerts zu reduzieren.

[0066] Da die Fahrunterstützungsvorrichtung 100 darüber hinaus die Objektdetektionsinformation, die

das Detektionsergebnis des Objekts innerhalb des voreingestellten Bereichs anzeigt, auf Grundlage der Karteninformation bestimmt und die Fahrerunterstützungsinformation auf Grundlage der bestimmten Objektdetektionsinformation ausgibt, ist es möglich, die Folgerungsgenauigkeit zu verbessern, indem unnötige Informationen reduziert werden und die Folgerung nur auf Grundlage der für die Fahrt notwendigen Informationen durchgeführt wird.

[0067] Außerdem führt die Fahrerunterstützungsvorrichtung 100 die erste Vorverarbeitung des Ersetzens des Sensorwerts der Objektdetektionsinformation, die das Detektionsergebnis des Objekts außerhalb des voreingestellten Bereichs anzeigt, durch einen vorbestimmten Sensorwert auf Grundlage der Karteninformation durch und gibt die Objektdetektionsinformation nach der ersten Vorverarbeitung an die Bewertungseinheit 124 und die Folgerungs-Einheit 132 aus. Somit kann der Einfluss des Detektionsergebnisses des Objekts außerhalb des voreingestellten Bereichs auf die Folgerung reduziert werden. Außerdem kann in diesem Fall durch Einstellen des vorbestimmten Sensorwerts auf einen Sensorwert, der beschafft wird, wenn der Sensor kein Objekt detektiert, der Einfluss des Detektionsergebnisses des Objekts außerhalb des Bereichs auf die Folgerung ignoriert werden. Da der Sensorwert der Objektdetektionsinformation, der das Detektionsergebnis des Objekts innerhalb des Bereichs anzeigt, bei der ersten Vorverarbeitung auf dem ursprünglichen Sensorwert beibehalten wird, kann zum Beispiel eine Fahrerunterstützung unter Berücksichtigung des Einflusses des Objekts innerhalb derselben Straße gefolgert werden.

[0068] Darüber hinaus führt die Fahrerunterstützungsvorrichtung 100 die zweite Vorverarbeitung durch, bei der der Sensorwert der Objektdetektionsinformation mit einem Bewertungswert, der gleich oder weniger als ein vorbestimmter Schwellenwert innerhalb der von der Beschaffungseinheit 110 eingegebenen Objektdetektionsinformationen ist, durch einen vorbestimmten Sensorwert ersetzt wird, gibt die Objektdetektionsinformation nach der zweiten Vorverarbeitung in das gelernte Modell zur Fahrerunterstützung ein und gibt die Fahrerunterstützungsinformation aus. Daher ist es möglich, den Einfluss des Detektionsergebnisses des Objekts, das einen Bewertungswert hat, der gleich oder weniger als der vorbestimmte Schwellenwert ist, auf die Folgerung zu reduzieren. Außerdem kann in diesem Fall durch Einstellen des vorbestimmten Sensorwerts auf den Sensorwert, der beschafft wird, wenn der Sensor kein Objekt detektiert, der Einfluss des Detektionsergebnisses des Objekts mit einem Bewertungswert gleich oder weniger als dem vorbestimmten Schwellenwert auf die Folgerung ignoriert werden. Außerdem kann in der zweiten Vorverarbeitung, da der Sensorwert der Objektdetektionsinformation mit einem Bewertungs-

wert größer als der vorbestimmte Schwellenwert auf dem ursprünglichen Sensorwert beibehalten wird, eine Fahrerunterstützung unter Berücksichtigung des Einflusses des Objekts mit einem großen Bewertungswert gefolgert werden.

[0069] Obwohl das Lernen eines Lernmodells in der Lernphase beschrieben wird, werden in einigen Fällen die Lerndaten durch einen Fahrsimulator erzeugt. Da es jedoch für den Fahrsimulator schwierig ist, die Umgebung außerhalb der Straße vollständig zu reproduzieren, besteht die Möglichkeit, dass ein Unterschied zwischen den vom Fahrsimulator erzeugten Objektdetektionsinformationen und den Objektdetektionsinformationen in der realen Umgebung auftritt.

[0070] Um dieses Problem zu lösen, legt die Fahrerunterstützungsvorrichtung 100 gemäß der ersten Ausführungsform die Objektdetektionsinformation, die das Detektionsergebnis des Objekts innerhalb des voreingestellten Bereichs anzeigt, auf Grundlage der Karteninformation fest und gibt die Fahrerunterstützungsinformation auf Grundlage der dargestellten Objektdetektionsinformation aus. Indem das Vorhandensein des Objekts außerhalb der Straße ignoriert wird, sind die in der Simulator-Umgebung beschafften Objektdetektionsinformationen äquivalent zu den Objektdetektionsinformationen in der realen Umgebung. Das heißt, durch die Verringerung der Differenz zwischen den vom Fahrsimulator erzeugten Lerndaten und den Objektdetektionsinformationen in der realen Umgebung kann die Folgerungsgenauigkeit des gelernten Modells verbessert werden.

[0071] Die Nutzungsphase wurde oben beschrieben, und die Lernphase wird als nächstes beschrieben.

<Lernphase>

[0072] Die Lernphase zur Erzeugung eines gelernten Modells, das in der Nutzungsphase verwendet wird, wird beschrieben. **Fig. 12** ist ein Konfigurationsdiagramm, das eine Konfiguration der Lernvorrichtung 300 gemäß der ersten Ausführungsform illustriert.

[0073] Die Lernvorrichtung 300 lernt ein Lernmodell und erzeugt ein gelerntes Modell, das von der Fahrerunterstützungsvorrichtung 100 verwendet wird, und enthält eine Beschaffungseinheit 310, eine Erkennungseinheit 320, eine Lerndaten-Erzeugungseinheit 330 und eine Gelerntes-Modell-Erzeugungseinheit 340.

[0074] Die Beschaffungseinheit 310 beschafft verschiedene Typen von Informationen und ähnelt der Beschaffungseinheit 110, die in der Fahrerunterstützungsvorrichtung 100 enthalten ist. Wie die Beschaf-

fungseinheit 110 enthält die Beschaffungseinheit 310 eine Objektdetektionsinformation-Beschaffungseinheit 311, eine Karteninformation-Beschaffungseinheit 312, eine Fahrzeugzustandsinformation-Beschaffungseinheit 313, und eine Navigationsinformation-Beschaffungseinheit 314. Es ist jedoch zu beachten, dass die verschiedenen Typen von Informationen, die von der Beschaffungseinheit 310 beschafft werden, Informationen sein können, die von einem tatsächlich fahrenden Fahrzeug wie in der Nutzungsphase beschafft werden, oder Informationen sein können, die von einem Fahrsimulator beschafft werden, der die Fahrumgebung des Fahrzeugs virtuell nachbildet.

[0075] Die Erkennungseinheit 320 enthält eine Notfallvermeidungs-Bestimmungseinheit 321, eine Fahrsituation-Bestimmungseinheit 322, eine Modellauswahleinheit 323, und eine Bewertungseinheit 324.

[0076] Die Notfallvermeidungs-Bestimmungseinheit 321 bestimmt, wie die Notfallvermeidungs-Bestimmungseinheit 121, die Notwendigkeit einer Notfallvermeidung. In einem Fall, in dem die Notfallvermeidungs-Bestimmungseinheit 321 bestimmt, dass eine Notfallvermeidung erforderlich ist, werden die Fahrzeugzustandsinformationen und die Objektdetektionsinformationen zu diesem Zeitpunkt von den Lerndaten ausgeschlossen.

[0077] Wie die Fahrsituation-Bestimmungseinheit 122 bestimmt auch die Fahrsituation-Bestimmungseinheit 322 die Fahrsituation des Fahrzeugs.

[0078] Wie die Modellauswahleinheit 123 wählt die Modellauswahleinheit 323 ein Lernmodell aus, das der von der Fahrsituation-Bestimmungseinheit 322 bestimmten Fahrsituation entspricht. Die später zu beschreibende Lerndaten-Erzeugungseinheit 330 erzeugt Lerndaten des von der Modellauswahleinheit 323 ausgewählten Lernmodells, und die Gelerntes-Modell-Erzeugungseinheit 340 lernt das von der Modellauswahleinheit 323 ausgewählte Lernmodell. Dabei wählt die Modellauswahleinheit 323 in einem Fall, in dem das Lernmodell zur Fahrunterstützung gelernt wird, ein der Fahrsituation entsprechendes Lernmodell zur Fahrunterstützung aus, und in einem Fall, in dem das Lernmodell zur Bewertungswert-Berechnung gelernt wird, wählt die Modellauswahleinheit ein der Fahrsituation entsprechendes Lernmodell zur Bewertungswert-Berechnung und ein gelerntes Modell zur Fahrunterstützung aus, in dem das anfängliche Lernen abgeschlossen ist. Darüber hinaus wählt die Modellauswahleinheit 323 in einem Fall, in dem das Lernmodell zur Fahrunterstützung neu gelernt wird, ein neu zu lernendes Lernmodell zur Fahrunterstützung und ein gelerntes Modell zur Bewertungswert-Berechnung aus.

[0079] Wie die Auswertungseinheit 124 berechnet die Auswertungseinheit 324 den Bewertungswert der von der Beschaffungseinheit 310 eingegebenen Objektdetektionsinformation unter Verwendung des gelernten Modells zur Bewertungswert-Berechnung, das von einer Gelerntes-Modell-zur-Bewertungswertberechnung-Erzeugungseinheit 341 erzeugt wird.

[0080] Die Lerndaten-Erzeugungseinheit 330 erzeugt Lerndaten, die zum Lernen eines Lernmodells verwendet werden, und enthält eine erste Lerndaten-Erzeugungseinheit 331 und eine zweite Lerndaten-Erzeugungseinheit 332.

[0081] Die erste Lerndaten-Erzeugungseinheit 331 erzeugt erste Lerndaten einschließlich Objektdetektionsinformationen, die das Detektionsergebnis eines Objekts in der Umgebung des Fahrzeugs durch einen an dem Fahrzeug angebrachten Sensor anzeigen, und einen Bewertungswert, der den Grad des Einflusses der Objektdetektionsinformation auf die Ausgabe eines gelernten Modells zur Fahrunterstützung anzeigt, das Fahrunterstützungsinformationen zur Fahrunterstützung des Fahrzeugs folgert. Hier sind die ersten Lerndaten Lerndaten, die zum Lernen des Lernmodells für die Bewertungswert-Berechnung verwendet werden.

[0082] Die erste Lerndaten-Erzeugungseinheit 331 erzeugt einen Satz der Objektdetektionsinformationen und des Bewertungswertes als erste Lerndaten. Nachfolgend werden Einzelheiten eines Verfahrens zur Erzeugung der ersten Lerndaten beschrieben.

[0083] Zum Beispiel wird für die Erzeugung der ersten Lerndaten, wie in der folgenden Literatur 1, das maschinelle Lernverfahren, das in der Lage ist, zu folgern, welcher Eingabewert einer Vielzahl von Eingabewerten von einem Lernmodell hervorgehoben wird, übernommen, und ein Satz eines Eingabewerts und eines Bewertungswerts des Lernmodells wird beschafft.

Literatur 1

Daniel Smilkov, Nikhil Thorat, Been Kim, Fernanda Viegas, Martin Wattenberg, „SmoothGrad: removing noise by adding noise“

[0084] Ursprünglich handelt es sich bei diesen Techniken um Techniken zur Visualisierung einer Bestimmungsgrundlage eines Lernmodells, d.h. KI so, dass sie von einem Menschen interpretiert werden kann. Zum Beispiel ist es bei der Bildklassifizierung mit einem neuronalen Netz möglich, durch Quantifizierung und Visualisierung, welcher Wert innerhalb der Pixelwerte eines Bildes, die Eingabewerte sind, die Bestimmung des neuronalen Netzes beeinflusst (zu welcher Klasse das Bild gehört), zu wissen, welchen

Teil des Bildes die KI verwendet hat, um die Bestimmung abzubilden. In der vorliegenden Erfindung werden Werte genutzt, die durch die Quantifizierung der mit diesen Techniken beschafften Bestimmungsgrundlage der KI bestimmt werden. Da die Grundlage der Bestimmung von AI quantifiziert und als Bewertungswert des Eingabewertes betrachtet wird, kann davon ausgegangen werden, dass der Eingabewert mit einem niedrigen Bewertungswert für die Bestimmung von AI unnötig ist.

[0085] Es wird ein konkretes Beispiel für das Verfahren zur Erzeugung der ersten Lerndaten beschrieben. Zunächst wird die Eingangs- und Ausgangsbeziehung eines gelernten Modells zur Fahrunterstützung durch Formel 1 ausgedrückt. Dabei wird davon ausgegangen, dass die funktionale Form von f vom Entwickler des Lernmodells zur Fahrunterstützung festgelegt wird und der Wert jedes in f enthaltenen Parameters bereits durch das Lernen eines Lernmodells zur Fahrunterstützung bestimmt wurde.

[Formel 1]

$$y = f(x) \quad (1)$$

[0086] Hier wird der Sensorwert, der durch die als Eingabe verwendete Objektdetektionsinformation angezeigt wird, durch den Vektor der Formel 2 dargestellt, und der Ausgabewert des gelernten Modells zur Fahrunterstützung wird durch den Vektor der Formel 3 dargestellt.

[Formel 2]

$$x = (x_1, x_2, \dots, x_L) \quad (2)$$

[Formel 3]

$$y = (y_1, y_2, \dots, y_M) \quad (3)$$

[0087] Ein Bewertungswert $s(x_i)$ eines Eingabewertes x_i (ein Element des Eingabevektors) wird aus dem gelernten Modell zur Fahrassistenz wie in Formel 4 berechnet.

[Formel 4]

$$s(x_i) = \left\| \frac{\partial f}{\partial x_i} \right\| \quad (4)$$

[0088] In Formel 4 bedeuten die doppelten Klammern auf der rechten Seite eine Norm. Die erste Lerndaten-Erzeugungseinheit 331 erhält den Bewertungswert der Eingangsdaten $x^1 = [x_1, x_2, \dots, x_L]$ als $s^1 = [s(x_1), s(x_2), \dots, s(x_L)]$ unter Verwendung von Formel 4. Dabei ist der Index oben rechts kein Leistungsindex, sondern ein Label zur Unterscheidung der Eingangsdaten. Dann erzeugt die erste Lerndaten-Erzeugungseinheit 331 eine Vielzahl von Lehrdaten s^1, s^2, \dots, s^N unter Verwendung einer Vielzahl von Lerneingangsdaten x^1, x^2, \dots, x^N , und

beschafft die ersten Lerndaten (Satz von Eingangsdaten und Lehrdaten) als $\{x^1, s^1\}, \{x^2, s^2\}, \dots$, und $\{x^N, s^N\}$.

[0089] Die zweite Lerndaten-Erzeugungseinheit 332 erzeugt zweite Lerndaten einschließlich Objektdetektionsinformationen, die das Detektionsergebnis eines Objekts in der Umgebung des Fahrzeugs durch den am Fahrzeug angebrachten Sensor anzeigen, und Fahrunterstützungsinformationen zur Fahrunterstützung des Fahrzeugs. Hier sind die zweiten Lerndaten Lerndaten, die zum Lernen eines Lernmodells für die Fahrunterstützung verwendet werden.

[0090] Hier ist es selbstverständlich, dass in einem Fall, in dem das Lernmodell zur Fahrunterstützung andere Informationen als die Objektdetektionsinformationen als Eingabe verwendet, die zweite Lerndatenerzeugungseinheit 332 nicht nur die Objektdetektionsinformationen, sondern auch andere Informationen, zum Beispiel Fahrzeugzustandsinformationen, in die zweiten Lerndaten einbezieht. Im Folgenden wird in Übereinstimmung mit der in der Inferenzphase beschriebenen Inferenzeinheit 132 angenommen, dass die zweite Lerndatenerzeugungseinheit 332 die zweiten Lerndaten erzeugt, die die Fahrzeugzustandsinformationen, die Objektdetektionsinformationen und die Fahrassistenzinformationen enthalten.

[0091] Die zweite Lerndaten-Erzeugungseinheit 332 erzeugt einen Satz von Fahrzeugzustandsinformationen, Objektdetektionsinformationen und Fahrunterstützungsinformationen als die zweiten Lerndaten. Zum Beispiel kann die zweite Lerndaten-Erzeugungseinheit 332 einen Satz von Fahrzeugzustandsinformationen und Objektdetektionsinformationen zum Zeitpunkt t und einen Steuerbetrag des Fahrzeugs zum Zeitpunkt $t+\Delta T$ als die zweiten Lerndaten erzeugen.

[0092] Die Erzeugungseinheit 340 für das gelernte Modell lernt ein Lernmodell und erzeugt ein gelerntes Modell, und umfasst die Gelerntes-Modell-zur-Bewertungswertberechnung-Erzeugungseinheit 341 und eine Gelerntes-Modell-zur-Fahrunterstützung-Erzeugungseinheit 342.

[0093] Die Gelerntes-Modell-zur-Bewertungswertberechnung-Erzeugungseinheit 341 erzeugt ein gelerntes Modell zur Berechnung des Bewertungswertes, das einen Bewertungswert aus den Objektdetektionsinformationen unter Verwendung der ersten Lerndaten berechnet. In der ersten Ausführungsform erzeugt die Gelerntes-Modell-zur-Bewertungswertberechnung-Erzeugungseinheit 341 das gelernte Modell zur Berechnung des Bewertungswertes durch sogenanntes überwachtes Lernen unter Verwendung der ersten Lerndaten, in denen

die Objektdetektionsinformationen und der Bewertungswert einen Satz bilden.

[0094] Die Gelerntes-Modell-zur-Fahrunterstützung-Erzeugungseinheit 342 erzeugt ein gelerntes Modell zur Fahrunterstützung, das aus den Objektdetektionsinformationen unter Verwendung der zweiten Lerndaten Fahrunterstützungsinformationen ableitet. Hier, wie in der Beschreibung der Konfigurationen der Inferenzeinheit 132 und der zweiten Lerndaten-Erzeugungseinheit 332 erwähnt, verwendet das gelernte Modell zur Fahrunterstützung zumindest die Objektdetektionsinformationen als eine Eingabe, und zusätzlich zu den Objektdetektionsinformationen können auch andere Informationen, beispielsweise Fahrzeugzustandsinformationen, als eine Eingabe verwendet werden. Nachfolgend wird ein Fall beschrieben, in dem die Gelerntes-Modell-zur-Fahrunterstützung-Erzeugungseinheit 342 ein gelerntes Modell zur Fahrunterstützung erzeugt, das Fahrunterstützungsinformationen aus den Fahrzeugzustandsinformationen und den Objektdetektionsinformationen unter Verwendung der zweiten Lerndaten folgt.

[0095] Zusätzlich erzeugt die Gelerntes-Modell-zur-Fahrunterstützung-Erzeugungseinheit 342 das gelernte Modell zur Fahrunterstützung unter Verwendung von zweiten Lerndaten, die Objektdetektionsinformationen enthalten, bei denen der von der Bewertungseinheit 324 berechnete Bewertungswert größer als ein vorbestimmter Schwellenwert innerhalb der zweiten Lerndaten ist, die von der Einheit zur Erzeugung zweiter Lerndaten eingegeben werden. Nachfolgend wird ein Fall beschrieben, in dem das gelernte Modell zur Fahrunterstützung durch überwachtes Lernen unter Verwendung von zweiten Lerndaten erzeugt wird, in denen Fahrzeugzustandsinformationen und Objektdetektionsinformationen zum Zeitpunkt t und der Steuerbetrag des Fahrzeugs zum Zeitpunkt $t+\Delta T$ einen Satz bilden. Allerdings kann für jede Fahrsituation eine Belohnung festgelegt werden, und das gelernte Modell zur Fahrunterstützung kann durch Verstärkungslernen erzeugt werden.

[0096] Als nächstes wird die Hardware-Konfiguration der Lernvorrichtung 300 gemäß der ersten Ausführungsform beschrieben. Jede Funktion der Lernvorrichtung 300 wird von einem Computer implementiert. **Fig. 13** ist ein Konfigurationsdiagramm, das eine Hardware-Konfiguration eines Computers illustriert, der die Lernvorrichtung 300 implementiert.

[0097] Die in **Fig. 13** illustrierte Hardware enthält eine Verarbeitungsvorrichtung 30000, wie z.B. eine zentrale Verarbeitungseinheit (CPU), und eine Speichereinheit 30001, wie z.B. einen Nur-Lese-Speicher (ROM) oder eine Festplatte.

[0098] Die in **Fig. 12** illustrierte Beschaffungseinheit 310, die Erkennungseinheit 320, die Lerndaten-Erzeugungseinheit 330 und die Erzeugungseinheit für das gelernte Modell 340 werden von der Verarbeitungsvorrichtung 30000 implementiert, die ein in der Speichervorrichtung 30001 gespeichertes Programm ausführt. Darüber hinaus ist das Verfahren zur Implementierung jeder Funktion der Lernvorrichtung 300 nicht auf die oben beschriebene Kombination von Hardware und Programm beschränkt und kann durch ein einzelnes Stück Hardware implementiert werden, wie z.B. eine große integrierte Schaltung (LSI), in der ein Programm in einer Verarbeitungsvorrichtung implementiert ist, oder einige der Funktionen können durch dedizierte Hardware implementiert werden und einige der Funktionen können durch eine Kombination aus einer Verarbeitungsvorrichtung und einem Programm implementiert werden.

[0099] Die Lernvorrichtung 300 gemäß der ersten Ausführungsform ist wie oben beschrieben konfiguriert.

[0100] Als nächstes wird die Operation der Lernvorrichtung 300 gemäß der ersten Ausführungsform beschrieben.

[0101] **Fig. 14** ist ein Flussdiagramm zur Illustration der Operation der Lernvorrichtung 300 gemäß der ersten Ausführungsform. Die Operation der Lernvorrichtung 300 entspricht einem Verfahren zur Erzeugung eines gelernten Modells, und das Programm, das einen Computer veranlasst, die Operation der Lernvorrichtung 300 auszuführen, entspricht einem Gelerntes-Modell-Erzeugungsprogramm. Darüber hinaus kann „Einheit“ angemessener Weise als „Schritt“ gelesen werden.

[0102] Die Operation der Lernvorrichtung 300 ist in drei Schritte unterteilt, nämlich in das anfängliche Lernen eines Lernmodells zur Fahrunterstützung in Schritt S100, das Lernen eines Lernmodells zur Bewertungswert-Berechnung in Schritt S200 und das Neulernen des Lernmodells zur Fahrunterstützung in Schritt S300. Details der einzelnen Schritte werden nachstehend beschrieben.

[0103] Zunächst werden Einzelheiten des anfänglichen Lernens des Lernmodells zur Fahrunterstützung in Schritt S100 unter Bezugnahme auf **Fig. 15** beschrieben. **Fig. 15** ist ein Flussdiagramm zur Erläuterung des anfänglichen Lernens des Lernmodells zur Fahrunterstützung.

[0104] Zuerst, in Schritt S101, beschafft die Beschaffungseinheit 310 verschiedene Typen von Informationen, einschließlich Objektdetektionsinformationen. Genauer gesagt, beschafft die Objektdetektionsinformation-Beschaffungseinheit 311 Objekt-

detektionsinformationen, die Karteninformation-Beschaffungseinheit 312 beschafft Karteninformationen um ein Fahrzeug herum, die Fahrzeugzustandsinformation-Beschaffungseinheit 313 beschafft Fahrzeugzustandsinformationen, und die Navigationsinformation-Beschaffungseinheit 314 beschafft Navigationsinformationen.

[0105] Als nächstes, im Schritt S102, führt die Objektdetektionsinformation-Beschaffungseinheit 311 eine erste Vorverarbeitung der Objektdetektionsinformation aus. Die erste Vorverarbeitung ist die gleiche wie die in der Nutzungsphase beschriebene Vorverarbeitung.

[0106] Als nächstes bestimmt die Notfallvermeidungs-Bestimmungseinheit 321 in Schritt S103 anhand der Objektdetektionsinformation, ob sich das Fahrzeug in einem Zustand befindet, der eine Notfallvermeidung erfordert oder nicht. Falls die Notfallvermeidungs-Bestimmungseinheit 321 bestimmt, dass sich das Fahrzeug in einem Zustand befindet, der eine Notfallvermeidung erfordert, fährt das Verfahren mit Schritt S104 fort, während es bestimmt, dass sich das Fahrzeug nicht in einem Zustand befindet, der eine Notfallvermeidung erfordert, fährt das Verfahren mit Schritt S105 fort.

[0107] Falls das Verfahren mit Schritt S104 fortfährt, schließt die Erkennungseinheit 320 die Objektdetektionsinformation, die für die Notfallvermeidungs-Bestimmung verwendet wird, und die Fahrzeugzustandsinformation zur gleichen Zeit aus den Lerndaten aus und kehrt zu Schritt S101 zurück.

[0108] Falls der Prozess zu Schritt S105 weitergeht, bestimmt die Fahrsituation-Bestimmungseinheit 322 die Fahrsituation des Fahrzeugs.

[0109] Als nächstes, in Schritt S106, wählt die Modellauswahleinheit 323 auf Grundlage der von der Fahrsituation-Bestimmungseinheit 322 in Schritt S105 bestimmten Fahrsituation ein Lernmodell aus, das in einem nachfolgenden Schritt verwendet werden soll.

[0110] Als nächstes erzeugt die zweite Lerndaten-Erzeugungseinheit 332 in Schritt S107 zweite Lerndaten. Die hier erzeugten zweiten Lerndaten sind Lerndaten zum Lernen des in Schritt S106 ausgewählten Lernmodells.

[0111] Als nächstes bestimmt in Schritt S108 die Gelerntes-Modell-zur-Fahrunterstützung-Erzeugungseinheit 342, ob eine ausreichende Menge der zweiten Lerndaten akkumuliert worden ist. Falls die Gelerntes-Modell-zur-Fahrunterstützung-Erzeugungseinheit 342 feststellt, dass keine ausreichende Menge der zweiten Lerndaten akkumuliert wurde, kehrt der Prozess zu Schritt S101 zurück, und die

Beschaffungseinheit 310 beschafft erneut verschiedene Arten von Informationen. Andererseits, falls die Gelerntes-Modell-zur-Fahrunterstützung-Erzeugungseinheit 342 bestimmt, dass eine ausreichende Menge der zweiten Lerndaten akkumuliert worden ist, fährt das Verfahren mit Schritt S109 fort.

[0112] In Schritt S109 lernt das Gelernte-Modell-zur-Fahrunterstützung-Erzeugungseinheit 342 ein Lernmodell zur Fahrunterstützung. Hier lernt die Gelerntes-Modell-zur-Fahrunterstützung-Erzeugungseinheit 342 das Lernmodell, das von der Modellauswahleinheit 323 in Schritt S106 ausgewählt wurde.

[0113] In Schritt S110 schließlich bestimmt die Gelerntes-Modell-zur-Fahrunterstützung-Erzeugungseinheit 342, ob Lernmodelle für alle Fahrsituationen gelernt wurden. Falls die Gelerntes-Modell-zur-Fahrunterstützung-Erzeugungseinheit 342 bestimmt, dass es ein Lernmodell gibt, das noch nicht gelernt wurde, kehrt das Verfahren zu Schritt S101 zurück. Falls hingegen die Gelerntes-Modell-zur-Fahrunterstützung-Erzeugungseinheit 342 feststellt, dass die Lernmodelle für alle Fahrsituationen gelernt wurden, endet der Prozess des Schrittes S100 in **Fig. 14**.

[0114] Als nächstes werden Einzelheiten des Schrittes S200 in **Fig. 14** beschrieben.

[0115] Da die Vorgänge von Schritt S201 bis Schritt S205 denen von Schritt S101 bis Schritt S105 ähnlich sind, wird auf deren Beschreibung verzichtet. Darüber hinaus können in einem Fall, in dem die Verarbeitungsergebnisse aus den Schritten S101 bis S105 in einer Speichervorrichtung gespeichert werden und dieselben Objektdetektionsinformationen zum Lernen des Lernmodells für die Bewertungswert-Berechnung verwendet werden, die Prozesse aus den Schritten S201 bis S205 weggelassen werden, und nur die Verarbeitungsergebnisse wie die Objektdetektionsinformationen und eine Fahrsituation können aus der Speichervorrichtung gelesen werden.

[0116] In Schritt S206 wählt die Modellauswahleinheit 323 auf Grundlage der von der Fahrsituation-Bestimmungseinheit 322 in Schritt S205 bestimmten Fahrsituation ein in einem nachfolgenden Schritt zu verwendendes Lernmodell aus.

[0117] Im Schritt S207 erzeugt die erste Lerndaten-Erzeugungseinheit 331 erste Lerndaten. Die hier erzeugten ersten Lerndaten sind erste Lerndaten zum Lernen des in Schritt S206 ausgewählten Lernmodells. Darüber hinaus erzeugt die erste Lerndaten-Erzeugungseinheit 331 Lerndaten, die in den ersten Lerndaten enthalten sein sollen, indem sie

das in Schritt S100 erzeugte gelernte Modell zur Fahrunterstützung verwendet.

[0118] Als nächstes bestimmt in Schritt S208 das Gelerntes-Modell-zur-Bewertungswertberechnung-Erzeugungseinheit 341, ob eine ausreichende Menge der ersten Lerndaten akkumuliert worden ist. Falls das Gelerntes-Modell-zur-Bewertungswertberechnung-Erzeugungseinheit 341 feststellt, dass keine ausreichende Menge der ersten Lerndaten akkumuliert wurde, kehrt der Prozess zu Schritt S201 zurück, und die Beschaffungseinheit 310 beschafft erneut verschiedene Arten von Informationen. Andererseits, wenn das Gelerntes-Modell-zur-Bewertungswertberechnung-Erzeugungseinheit 341 feststellt, dass eine ausreichende Menge der ersten Lerndaten akkumuliert worden ist, fährt das Verfahren mit Schritt S209 fort.

[0119] In Schritt S209 lernt das Gelerntes-Modell-zur-Bewertungswertberechnung-Erzeugungseinheit 341 ein Lernmodell zur Bewertungswert-Berechnung. Hier lernt die Gelerntes-Modell-zur-Bewertungswertberechnung-Erzeugungseinheit 341 das Lernmodell, das von der Modellauswahleinheit 323 in Schritt S206 ausgewählt wurde.

[0120] Schließlich bestimmt die Gelerntes-Modell-zur-Bewertungswertberechnung-Erzeugungseinheit 341 in Schritt S210, ob die Lernmodelle für alle Fahrsituationen gelernt wurden. Falls die Gelerntes-Modell-zur-Bewertungswertberechnung-Erzeugungseinheit 341 feststellt, dass es ein Lernmodell gibt, das noch nicht gelernt wurde, kehrt der Prozess zu Schritt S201 zurück. Falls hingegen die Gelerntes-Modell-zur-Bewertungswert-Berechnungs-Erzeugungseinheit 341 feststellt, dass die Lernmodelle für alle Fahrsituationen gelernt wurden, endet der Prozess des Schrittes S200 in **Fig. 14**.

[0121] Schließlich wird der Schritt S300 im Detail beschrieben.

[0122] Die Abläufe von Schritt S301 bis Schritt S306 sind ähnlich wie die von Schritt S101 bis Schritt S106. Darüber hinaus können in einem Fall, in dem die Verarbeitungsergebnisse aus den Schritten S101 bis S106 in einer Speichervorrichtung gespeichert werden und dieselben Fahrzeugzustandsinformationen und dieselben Detektionsergebnisse für das Lernen des gelernten Modells zur Fahrunterstützung verwendet werden, die Prozesse aus den Schritten S301 bis S306 ausgelassen werden, und nur die Verarbeitungsergebnisse wie die Fahrzeugzustandsinformationen, die Objektdetektionsinformationen und eine gespeicherte Fahrsituation können aus der Speichervorrichtung ausgelesen werden.

[0123] In Schritt S307 berechnet die Berechnungseinheit 324 den Bewertungswert der eingegebenen

Objektdetektionsinformationen unter Verwendung des in Schritt S200 erzeugten Gelerntes-Modell-zur-Bewertungswertberechnung-Erzeugungseinheit.

[0124] Im Schritt S308 führt die zweite Lerndaten-Erzeugungseinheit 332 eine zweite Vorverarbeitung der eingegebenen Objektdetektionsinformationen aus. Die zweite Vorverarbeitung ist hier die gleiche wie die zweite Vorverarbeitung, die in der Nutzungsphase beschrieben wurde.

[0125] Als nächstes, im Schritt S309, erzeugt die zweite Lerndaten-Erzeugungseinheit 332 zweite Lerndaten unter Verwendung der Objektdetektionsinformationen nach der zweiten Vorverarbeitung. Die zweiten Lerndaten zum Zeitpunkt des Neulernens werden im Folgenden als „Neulerndaten“ bezeichnet, um sie von den zweiten Lerndaten zum Zeitpunkt des ersten Lernens zu unterscheiden.

[0126] Als nächstes bestimmt die Gelernte-Modell-zur-Fahrunterstützung-Erzeugungseinheit 342 in Schritt S310, ob eine ausreichende Menge der Neulerndaten akkumuliert wurde. Falls die Gelernte-Modell-zur-Fahrunterstützung-Erzeugungseinheit 342 feststellt, dass keine ausreichende Menge der Neulerndaten akkumuliert worden ist, kehrt das Verfahren zu Schritt S301 zurück, und die Beschaffungseinheit 310 beschafft erneut die Objektdetektionsinformation. Falls hingegen die Gelernte-Modell-zur-Fahrunterstützung-Erzeugungseinheit 342 bestimmt, dass eine ausreichende Menge der Neulerndaten akkumuliert wurde, fährt das Verfahren mit Schritt S311 fort.

[0127] In Schritt S311 lernt die Gelernte-Modell-zur-Fahrunterstützung-Erzeugungseinheit 342 ein Lernmodell zur Fahrunterstützung unter Verwendung der Neulerndaten.

[0128] In Schritt S312 schließlich bestimmt das Gelernte-Modell-zur-Fahrunterstützung-Erzeugungseinheit 342, ob die Lernmodelle für alle Fahrsituationen neu gelernt wurden. Falls die Gelernte-Modell-zur-Fahrunterstützung-Erzeugungseinheit 342 bestimmt, dass es ein Lernmodell gibt, das noch nicht neu gelernt wurde, kehrt das Verfahren zu Schritt S301 zurück. Falls hingegen die Gelernte-Modell-zur-Fahrunterstützung-Erzeugungseinheit 342 bestimmt, dass die Lernmodelle für alle Fahrsituationen neu gelernt wurden, endet der Prozess des Schrittes S300 in **Fig. 14**.

[0129] Mit der obigen Operation kann die Lernvorrichtung 300 gemäß der ersten Ausführungsform das gelernte Modell zur Fahrunterstützung und das gelernte Modell zur Bewertungswert-Berechnung erzeugen.

[0130] Darüber hinaus können in einem Fall, in dem die Lerndaten unter Verwendung von Objektdetektionsinformationen erzeugt werden, die von einem Fahrsimulator erzeugt werden, verschiedene Hindernisse in der realen Welt nicht durch den Fahrsimulator reproduziert werden, es tritt ein Unterschied zwischen der Simulator-Umgebung und der realen Umgebung auf, und die Folgerungsleistung des gelernten Modells kann abnehmen.

[0131] Um dieses Problem zu lösen, führt die Lernvorrichtung 300 gemäß der ersten Ausführungsform die zweite Vorverarbeitung durch, bei der der Sensorwert der Objektdetektionsinformation mit einem Bewertungswert, der gleich oder weniger als ein vorbestimmter Schwellenwert ist, durch den Sensorwert ersetzt wird, der erhalten wird, wenn der Sensor kein Objekt detektiert, und der Sensorwert, der durch die Objektdetektionsinformation mit einem Bewertungswert, der größer als der vorbestimmte Schwellenwert ist, angezeigt wird, auf dem ursprünglichen Sensorwert beibehalten wird, und lernt das Lernmodell zur Fahrunterstützung durch Verwendung der Neulern-daten nach der zweiten Vorverarbeitung neu. Indem nur die Objektdetektionsinformation mit einem großen Bewertungswert für das Lernen sowohl im Fahrsimulator als auch in der realen Umgebung verwendet wird, ist es möglich, den Unterschied zwischen der Simulator-Umgebung und der realen Umgebung zu verringern und die Folgerungsgenauigkeit des gelernten Modells zu verbessern.

[0132] Da es außerdem für den Fahrsimulator schwierig ist, die Umgebung außerhalb eines voreingestellten Bereichs, zum Beispiel einer Straße, auf der das Fahrzeug fährt, zu reproduzieren, besteht die Möglichkeit, dass ein Unterschied zwischen den vom Fahrsimulator erzeugten Lerndaten und den Objektdetektionsinformationen in der realen Umgebung auftritt.

[0133] Um dieses Problem zu lösen, führt die Lernvorrichtung 300 gemäß der ersten Ausführungsform die erste Vorverarbeitung aus, bei der auf Grundlage der Kartendaten der durch die Objektdetektionsinformationen angezeigte Sensorwert, bei dem das Objekt außerhalb des voreingestellten Bereichs detektiert wird, innerhalb der Objektdetektionsinformationen durch den Sensorwert ersetzt wird, der beschafft wird, wenn der Sensor kein Objekt detektiert, und der durch die Objektdetektionsinformationen angezeigte Sensorwert, bei dem das Objekt innerhalb des voreingestellten Bereichs detektiert wird, mit dem ursprünglichen Sensorwert beibehalten wird, und verwendet die Objektdetektionsinformationen nach der ersten Vorverarbeitung als die Lerndaten. Dadurch, dass das Vorhandensein des Objekts außerhalb des voreingestellten Bereichs ignoriert wird, sind die in der Simulator-Umgebung beschafften Objektdetektionsinformationen äquiva-

lent zu den Objektdetektionsinformationen in der realen Umgebung. Das heißt, die Leistung der Folgerung des gelernten Modells kann verbessert werden, indem Informationen, die für die Bestimmung des gelernten Modells nicht notwendig sind, entfernt werden.

[0134] Modifikationen des Automatisiertes-Fahren-Systems 1000, der Fahrunterstützungsvorrichtung 100 und der Lernvorrichtung 300 gemäß der ersten Ausführungsform werden im Folgenden beschrieben.

[0135] Das gelernte Modell zur Fahrunterstützung führt die Aktionsbestimmung auf Grundlage der Objektdetektionsinformationen und der Fahrzeugzustandsinformationen zum aktuellen Zeitpunkt t durch, aber die Fahrunterstützungsinformationen können auf Grundlage der Objektdetektionsinformationen und der Fahrzeugzustandsinformationen aus der vergangenen Zeit $t-\Delta T$ bis zum aktuellen Zeitpunkt t abgeleitet werden. In diesem Fall ist es möglich, die relative Geschwindigkeitsbeziehung zwischen dem Host-Fahrzeug und einem anderen Fahrzeug ohne Verwendung der Fahrzeugzustandsinformationen zu erfassen. In ähnlicher Weise können in dem gelernten Modell zur Berechnung des Bewertungswertes nicht nur die Objektdetektionsinformationen zum aktuellen Zeitpunkt t , sondern auch die Objektdetektionsinformationen vom vergangenen Zeitpunkt $t-\Delta T$ bis zum aktuellen Zeitpunkt t als Eingabe verwendet werden. In diesem Fall berechnen die Auswerteeinheit 124 und die Auswerteeinheit 324 einen Bewertungswert für jede Objektdetektionsinformation vom vergangenen Zeitpunkt $t-\Delta T$ bis zum aktuellen Zeitpunkt t .

[0136] Obwohl jede Konfiguration des Automatisiertes-Fahren-Systems 1000 in einem Fahrzeug vorgesehen ist, können nur die Fahrunterstützungsvorrichtung 100 und die Steuervorrichtung 200 im Fahrzeug vorgesehen sein, und die Lernvorrichtung 300 kann von einem externen Server implementiert werden.

[0137] Obwohl der Fall, in dem die Fahrunterstützungsvorrichtung 100 und die Lernvorrichtung 300 im Automatisiertes-Fahren-System 1000 eingesetzt werden, beschrieben wurde, können die Fahrunterstützungsvorrichtung 100 und die Lernvorrichtung 300 auch an einem manuell gefahrenen Fahrzeug befestigt werden. In einem Fall, in dem die Fahrunterstützungsvorrichtung 100 und die Lernvorrichtung 300 auf das manuell gesteuerte Fahrzeug angewendet werden, ist es beispielsweise möglich, zu detektieren, ob der Zustand des Fahrers normal oder abnormal ist, indem die Fahrunterstützungsinformationen, die von der Fahrunterstützungsvorrichtung 100 ausgegeben werden, mit der tatsächlich vom Fahrer ausgeführten Fahrsteuerung verglichen werden.

[0138] Darüber hinaus wird der Bereich, in dem die Beschaffungseinheit 110 die erste Vorverarbeitung ausführt, zwar von außen eingestellt, aber der Bereich kann von der Beschaffungseinheit 110 automatisch auf Grundlage von Navigationsinformationen eingestellt werden. Zum Beispiel kann das Innere der Straßen auf dem Weg, der durch die Navigationsinformationen angezeigt wird, als Bereich eingestellt werden.

[0139] Obwohl die Fahrunterstützungsvorrichtung 100 die Fahrsituation in den Zustand, in dem die Notfallvermeidung erforderlich ist, und den normalen Fahrzustand unterteilt und die Fahrunterstützungsinformationen für jeden der Zustände ausgibt, können die Fahrunterstützungsinformationen auch ohne Unterteilung der Fahrsituation unter Verwendung eines gelernten Modells ausgegeben werden. Das heißt, die Notfallvermeidungs-Bestimmungseinheit 121 und die Notfallvermeidungshandlung-Bestimmungseinheit 131 brauchen nicht vorgesehen zu sein, und die Folgerungs-Einheit 132 kann auch Fahrunterstützungsinformationen, die für eine Notfallvermeidungshandlung erforderlich sind, unter Verwendung des gelernten Modells zur Fahrunterstützung folgern, indem sie den Zustand, in dem die Notfallvermeidungshandlung erforderlich ist, als eine der von der Fahrsituation-Bestimmungseinheit 122 bestimmten Fahrsituationen betrachtet.

[0140] Darüber hinaus erzeugt die Lernvorrichtung 300 ein gelerntes Modell auf Grundlage jeder Fahrsituation, und die Fahrunterstützungsvorrichtung 100 gibt die Fahrunterstützungsinformationen unter Verwendung des gelernten Modells auf Grundlage jeder Fahrsituation aus. Daher können geeignete Fahrunterstützungsinformationen auf Grundlage der jeweiligen Fahrsituation ausgegeben werden. In einem Fall, in dem eine ausreichende Verallgemeinerungsleistung beschafft werden kann, kann jedoch ein gelerntes Modell verwendet werden, das durch das Sammeln einer Vielzahl von Situationen beschafft wurde, oder es kann ein gelerntes Modell verwendet werden, das durch das Sammeln aller Fahrsituationen beschafft wurde.

[0141] Weiterhin kann die Bewertungseinheit 124 die Fahrzeugzustandsinformationen, die Karteninformationen und die Navigationsinformationen als Eingabe des gelernten Modells zur Bewertungswert-Berechnung verwenden. In ähnlicher Weise kann die Folgerungs-Einheit 132 weiterhin die Karteninformationen und die Navigationsinformationen als Eingabe des gelernten Modells zur Fahrunterstützung verwenden.

[0142] Zusätzlich führt die Beschaffungseinheit 110 die erste Vorverarbeitung im Schritt S2 aus, der unmittelbar nach dem Schritt S1 des Beschaffens verschiedener Typen von Informationen liegt, kann

aber die erste Vorverarbeitung zu jedem Zeitpunkt vor dem Schritt S7 des Berechnens eines Bewertungswertes durch die Bewertungseinheit 124 ausführen. Insbesondere, da die Notfallvermeidungshandlung eine unmittelbare Reaktion erfordert, ist es durch das Ausführen der ersten Vorverarbeitung nach dem Bestimmen der Notwendigkeit der Notfallvermeidungshandlung möglich, die Notfallvermeidungshandlung sofort auszuführen.

[0143] Obwohl die Lernvorrichtung 300 so beschrieben wurde, dass sie beim anfänglichen Lernen und beim Neulernen des Lernmodells zur Fahrunterstützung das gleiche Funktionsmodell verwendet, können beim anfänglichen Lernen und beim Neulernen unterschiedliche Funktionsmodelle verwendet werden. Um die Fahrunterstützungsinformationen aus einer großen Menge an Informationen zu folgern, ist es notwendig, das Lernen auszuführen und dabei die Parameter eines Modells und die Darstellungsfähigkeit des Modells zu erhöhen. Wenn jedoch die Folgerung aus einer kleinen Menge von Informationen ausgeführt wird, kann das Lernen auch mit einer kleinen Anzahl von Parametern erfolgen. In den Daten nach der zweiten Vorverarbeitung werden unnötige Informationen entfernt, indem ein Sensorwert mit einem niedrigen Bewertungswert durch einen vorbestimmten Wert ersetzt wird. Dadurch wird die Menge der Informationen in den Eingabedaten reduziert. Daher kann zum Zeitpunkt des Neulernens, selbst wenn das Lernmodell zur Fahrunterstützung mit einem kleinen Modell mit weniger Parametern als das Modell vor dem Neulernen gelernt wird, eine ausreichende Leistung beschafft werden. Folglich ist es möglich, zum Zeitpunkt des Neulernens mit einem kleineren Modell mit weniger Parametern zu lernen. Durch das Lernen des Lernmodells zur Fahrunterstützung mit einem kleineren Modell können Effekte beschafft werden, die den Speicherverbrauch und die Verarbeitungsvorrichtung eines Fahrzeugs zum Zeitpunkt der Folgerung reduzieren.

[0144] In diesem Fall, in dem das Modell ein neuronales Netz ist, ist das kleinere Modell ein Modell, in dem die Anzahl der Schichten und Knoten reduziert ist.

INDUSTRIELLE ANWENDBARKEIT

[0145] Die Fahrunterstützungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Offenbarung eignet sich beispielsweise für den Einsatz in einem Automatisiertes-Fahren-System und in einem Fahrer-Abnormalität-Detektionssystem.

Bezugszeichenliste

1000	Automatisiertes-Fahren-System,
------	--------------------------------

100	Fahrunterstützungsvorrichtung,
200	Fahrzeugsteuerungsvorrichtung,
300	Lernvorrichtung,
110, 310	Beschaffungseinheit,
120, 320	Erkennungseinheit,
130	Bestimmungseinheit,
111, 311	Objektdetektionsinformation- Beschaffungseinheit,
112, 312	Karteninformation-Beschaffungseinheit,
113, 313	Fahrzeugzustandsinformation- Beschaffungseinheit,
114, 314	Navigationsinformation-Beschaffungseinheit,
121, 321	Notfallvermeidungs-Bestimmungseinheit,
122, 322	Fahrsituation-Bestimmungseinheit,
123, 323	Modellauswahleinheit,
124, 324	Bewertungseinheit,
131	Notfallvermeidungshandlung-Bestimmungseinheit,
132	Folgerungs-Einheit,
330	Lerndaten-Erzeugungseinheit,
331	erste Lerndaten-Erzeugungseinheit,
332	zweite Lerndaten-Erzeugungseinheit,
340	Gelerntes-Modell-Erzeugungseinheit,
341	Gelerntes-Modell-zur-Bewertungswertberechnung-Erzeugungseinheit,
342	Gelerntes-Modell-zur-Fahrunterstützung-Erzeugungseinheit,
10000, 30000	Verarbeitungsvorrichtung,
10001, 30001	Speichervorrichtung

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

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

Zitierte Patentliteratur

- JP 2019168888 A [0004]

Patentansprüche

1. Fahrunterstützungsvorrichtung, umfassend:
 eine Beschaffungseinheit zum Beschaffen von Objektdetektionsinformation, die ein Detektionsergebnis eines Objekts um ein Fahrzeug herum durch einen an dem Fahrzeug befestigten Sensor anzeigt;
 eine Folgerungs-Einheit zum Ausgeben von Fahrunterstützungsinformation aus der von der Beschaffungseinheit eingegebenen Objektdetektionsinformation unter Verwendung eines gelernten Modells zur Fahrunterstützung, um die Fahrunterstützungsinformation zur Fahrunterstützung des Fahrzeugs aus der Objektdetektionsinformation zu folgern; und
 eine Bewertungseinheit zum Berechnen, als einen Bewertungswert, eines Grades des Einflusses der von der Beschaffungseinheit eingegebenen Objektdetektionsinformation auf eine Ausgabe des gelernten Modells zur Fahrunterstützung, wobei die Folgerungs-Einheit die Fahrunterstützungsinformation auf Grundlage der Objektdetektionsinformation ausgibt, bei der der von der Bewertungseinheit berechnete Bewertungswert größer als ein vorbestimmter Schwellwert innerhalb der von der Beschaffungseinheit eingegebenen Objektdetektionsinformation ist.

2. Fahrunterstützungsvorrichtung gemäß Anspruch 1, wobei die Beschaffungseinheit ferner Fahrzeugzustandsinformation beschafft, die einen Zustand des Fahrzeugs anzeigt, und die Folgerungs-Einheit die Fahrunterstützungsinformation aus der Fahrzeugzustandsinformation und der von der Beschaffungseinheit eingegebenen Objektdetektionsinformation ausgibt, indem sie das gelernte Modell zur Fahrunterstützung zum Folgern der Fahrunterstützungsinformation aus der Fahrzeugzustandsinformation und der Objektdetektionsinformation verwendet.

3. Fahrunterstützungsvorrichtung gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei die Bewertungseinheit den Bewertungswert aus der von der Beschaffungseinheit eingegebenen Objektdetektionsinformation ausgibt, indem sie ein gelerntes Modell zur Bewertungswert-Berechnung zum Berechnen des Bewertungswerts aus der Objektdetektionsinformation verwendet.

4. Fahrunterstützungsvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Beschaffungseinheit ferner Karteninformation beschafft, die eine Position eines Merkmals um das Fahrzeug herum anzeigt, und die Objektdetektionsinformation, die ein Detektionsergebnis eines Objekts innerhalb eines vorgegebenen Bereichs anzeigt, auf Grundlage der Karteninformation bestimmt, und die Folgerungs-Einheit die Fahrunterstützungsinformation

auf Grundlage der von der Beschaffungseinheit bestimmten Objektdetektionsinformation ausgibt.

5. Fahrunterstützungsvorrichtung gemäß Anspruch 4, wobei die Beschaffungseinheit eine erste Vorverarbeitung durchführt zum Ersetzen eines Sensorwerts der Objektdetektionsinformation, die ein Detektionsergebnis eines Objekts außerhalb eines voreingestellten Bereichs anzeigt, durch einen vorbestimmten Sensorwert auf Grundlage der Karteninformation, und die Objektdetektionsinformation nach der ersten Vorverarbeitung an die Bewertungseinheit und die Folgerungs-Einheit ausgibt.

6. Fahrunterstützungsvorrichtung gemäß Anspruch 5, wobei die Beschaffungseinheit als erste Vorverarbeitung eine Verarbeitung zum Einstellen eines Sensorwerts der Objektdetektionsinformation durchführt, der das Detektionsergebnis des Objekts außerhalb des voreingestellten Bereichs als einen Sensorwert anzeigt, der erhalten wird, wenn der Sensor kein Objekt erkennt.

7. Fahrunterstützungsvorrichtung gemäß Anspruch 5, wobei die Beschaffungseinheit als erste Vorverarbeitung eine Verarbeitung zum Ersetzen des Sensorwerts der Objektdetektionsinformation, die das Detektionsergebnis des Objekts außerhalb des voreingestellten Bereichs anzeigt, durch einen vorbestimmten Sensorwert und zum Beibehalten des Sensorwerts der Objektdetektionsinformation, die das Detektionsergebnis des Objekts innerhalb des voreingestellten Bereichs anzeigt, auf einem ursprünglichen Sensorwert auf Grundlage der Karteninformation ausführt.

8. Fahrunterstützungsvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Folgerungs-Einheit eine zweite Vorverarbeitung zum Ersetzen eines Sensorwerts der Objektdetektionsinformation mit dem Bewertungswert gleich oder weniger als einem vorbestimmten Schwellenwert innerhalb der von der Beschaffungseinheit eingegebenen Objektdetektionsinformation durch einen vorbestimmten Sensorwert durchführt, die Objektdetektionsinformation nach der zweiten Vorverarbeitung in das gelernte Modell zur Fahrunterstützung eingibt und die Fahrunterstützungsinformation ausgibt.

9. Fahrunterstützungsvorrichtung gemäß Anspruch 8, wobei die Folgerungs-Einheit als zweite Vorverarbeitung eine Verarbeitung zum Ersetzen des Sensorwerts der Objektdetektionsinformation mit dem Bewertungswert gleich oder weniger als einem vorbestimmten Schwellenwert innerhalb der von der Beschaffungseinheit eingegebenen Objektdetektionsinformation durch einen Sensorwert durchführt, der erhalten wird, wenn der Sensor kein Objekt erkennt.

10. Fahrerunterstützungsvorrichtung gemäß Anspruch 8, wobei die Folgerungs-Einheit als zweite Vorverarbeitung eine Verarbeitung zum Ersetzen des Sensorwerts der Objektdetektionsinformation mit dem Bewertungswert gleich oder weniger als dem vorbestimmten Schwellenwert durch den vorbestimmten Sensorwert und zum Beibehalten eines Sensorwerts der Objektdetektionsinformation mit dem Bewertungswert größer als der vorbestimmte Schwellenwert bei einem ursprünglichen Sensorwert durchführt.

11. Lernvorrichtung umfassend:
eine erste Lerndaten-Erzeugungseinheit zum Erzeugen erster Lerndaten, die Objektdetektionsinformation, die ein Detektionsergebnis eines Objekts um ein Fahrzeug herum durch einen an dem Fahrzeug angebrachten Sensor anzeigt, und einen Bewertungswert enthalten, der einen Grad des Einflusses der Objektdetektionsinformation auf eine Ausgabe eines gelernten Modells zur Fahrerunterstützung anzeigt zum Folgern von Fahrerunterstützungsinformation zur Fahrerunterstützung des Fahrzeugs; und
eine Gelerntes-Modell-zur-Bewertungswertberechnung-Erzeugungseinheit zum Erzeugen eines gelernten Modells zur Bewertungswert-Berechnung zum Berechnen des Bewertungswerts aus der Objektdetektionsinformation unter Verwendung der ersten Lerndaten.

12. Lernvorrichtung umfassend:
eine zweite Lerndaten-Erzeugungseinheit zum Erzeugen zweiter Lerndaten, die Objektdetektionsinformation, die ein Detektionsergebnis eines Objekts um ein Fahrzeug herum durch einen am Fahrzeug befestigten Sensor anzeigt, und Fahrerunterstützungsinformation zur Fahrerunterstützung des Fahrzeugs enthalten;
eine Gelerntes-Modell-zur-Fahrerunterstützung-Erzeugungseinheit zum Erzeugen eines gelernten Modells zur Fahrerunterstützung zum Folgern der Fahrerunterstützungsinformation aus der Objektdetektionsinformation unter Verwendung der zweiten Lerndaten; und
eine Bewertungseinheit zum Berechnen, als einen Bewertungswert, eines Grades des Einflusses der Objektdetektionsinformation, die in den zweiten Lerndaten enthalten ist, die von der zweiten Lerndaten-Erzeugungseinheit eingegeben werden, auf eine Ausgabe des gelernten Modells zur Fahrerunterstützung, wobei
die Gelerntes-Modell-zur-Fahrerunterstützung-Erzeugungseinheit das gelernte Modell zur Fahrerunterstützung erzeugt, indem sie die zweiten Lerndaten verwendet, die die Objektdetektionsinformation enthalten, bei der der durch die Bewertungseinheit berechnete Bewertungswert größer als ein vorbestimmter Schwellenwert innerhalb der zweiten Lerndaten ist, die von der zweiten Lerndaten-Erzeugungseinheit eingegeben werden.

13. Fahrerunterstützungsverfahren, umfassend:
Beschaffen von Objektdetektionsinformation, die ein Detektionsergebnis eines Objekts um ein Fahrzeug herum anzeigt, durch einen am Fahrzeug befestigten Sensor;
Ausgeben von Fahrerunterstützungsinformation aus der eingegebenen Objektdetektionsinformation unter Verwendung eines gelernten Modells zur Fahrerunterstützung zum Folgern der Fahrerunterstützungsinformation zur Fahrerunterstützung des Fahrzeugs aus der Objektdetektionsinformation;
Berechnen eines Grades des Einflusses der eingegebenen Objektdetektionsinformation auf eine Ausgabe des gelernten Modells zur Fahrerunterstützung als einen Bewertungswert; und
Ausgeben der Fahrerunterstützungsinformation auf Grundlage der Objektdetektionsinformation, bei der der in dem Bewertungsschritt berechnete Bewertungswert größer als ein vorbestimmter Schwellenwert innerhalb der eingegebenen Objektdetektionsinformation ist.

14. Fahrerunterstützungsprogramm, das einen Computer veranlasst, alle Schritte nach Anspruch 13 auszuführen.

15. Gelerntes-Modell-Erzeugungsverfahren, umfassend:
Erzeugen erster Lerndaten, die Objektdetektionsinformation, die ein Detektionsergebnis eines Objekts um ein Fahrzeug herum durch einen an dem Fahrzeug angebrachten Sensor anzeigt, und einen Bewertungswert enthalten, der einen Grad des Einflusses der Objektdetektionsinformation auf eine Ausgabe eines gelernten Modells zur Fahrerunterstützung anzeigt zum Folgern der Fahrerunterstützungsinformation zur Fahrerunterstützung des Fahrzeugs; und
Erzeugen eines gelernten Modells zur Bewertungswert-Berechnung, um den Bewertungswert aus der Objektdetektionsinformation unter Verwendung der ersten Lerndaten zu berechnen.

16. Gelerntes-Modell-Erzeugungsprogramm, um einen Computer zu veranlassen, alle Schritte in Anspruch 15 auszuführen.

17. Gelerntes-Modell-Erzeugungsverfahren, umfassend:
Erzeugen von zweiten Lerndaten, die Objektdetektionsinformation, die ein Detektionsergebnis eines Objekts um das Fahrzeug herum durch einen am Fahrzeug befestigten Sensor anzeigt, und Fahrerunterstützungsinformation zur Fahrerunterstützung des Fahrzeugs enthalten;
Erzeugen eines gelernten Modells zur Fahrerunterstützung zum Folgern der Fahrerunterstützungsinformation aus der Objektdetektionsinformation unter Verwendung der zweiten Lerndaten;
Berechnen eines Grades des Einflusses der in den

einggegebenen zweiten Lerndaten enthaltenen Objektdetektionsinformation auf eine Ausgabe des gelernten Modells zur Fahrunterstützung als einen Bewertungswert; und
Erzeugen des gelernten Modells zur Fahrunterstützung unter Verwendung der zweiten Lerndaten, die die Objektdetektionsinformation enthalten, in der der berechnete Bewertungswert größer als ein vorbestimmter Schwellwert innerhalb der eingegebenen zweiten Lerndaten ist.

18. Gelerntes-Modell-Erzeugungsprogramm, um einen Computer zu veranlassen, alle Schritte nach Anspruch 17 auszuführen.

Es folgen 16 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

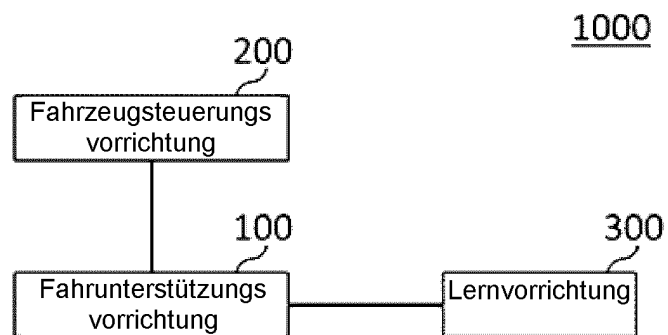


FIG. 2

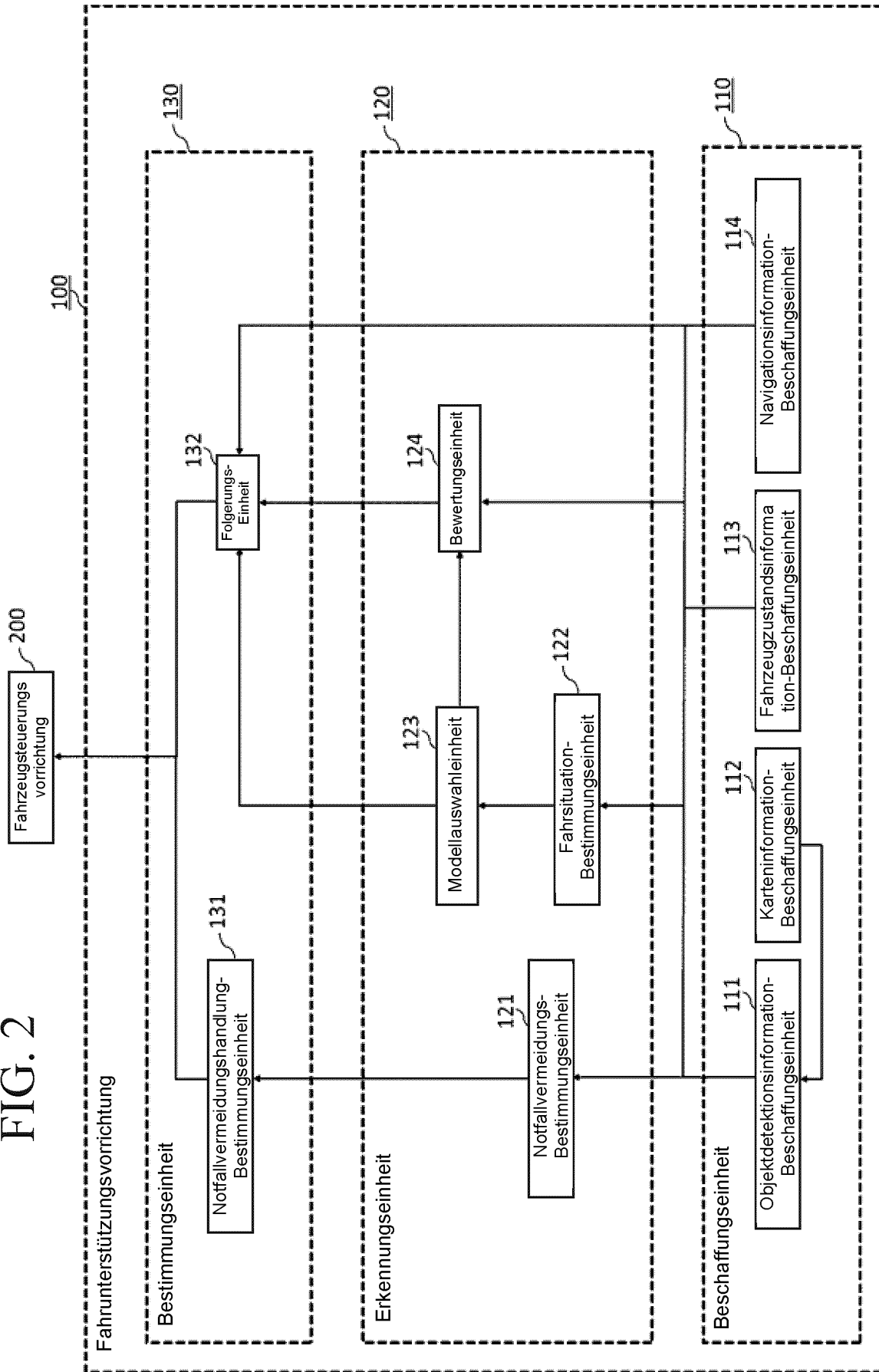


FIG. 3

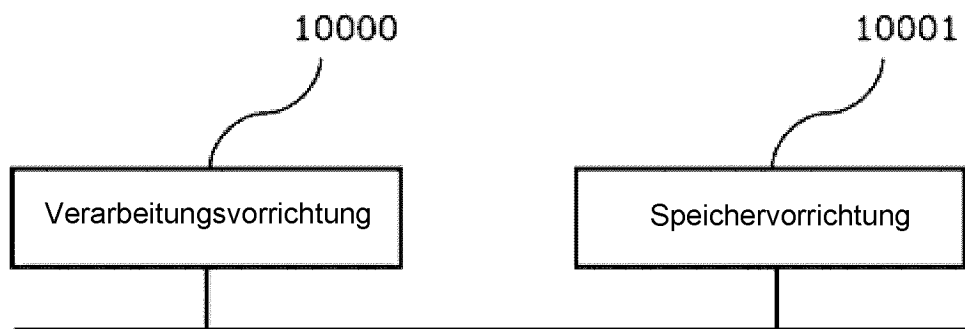


FIG. 4

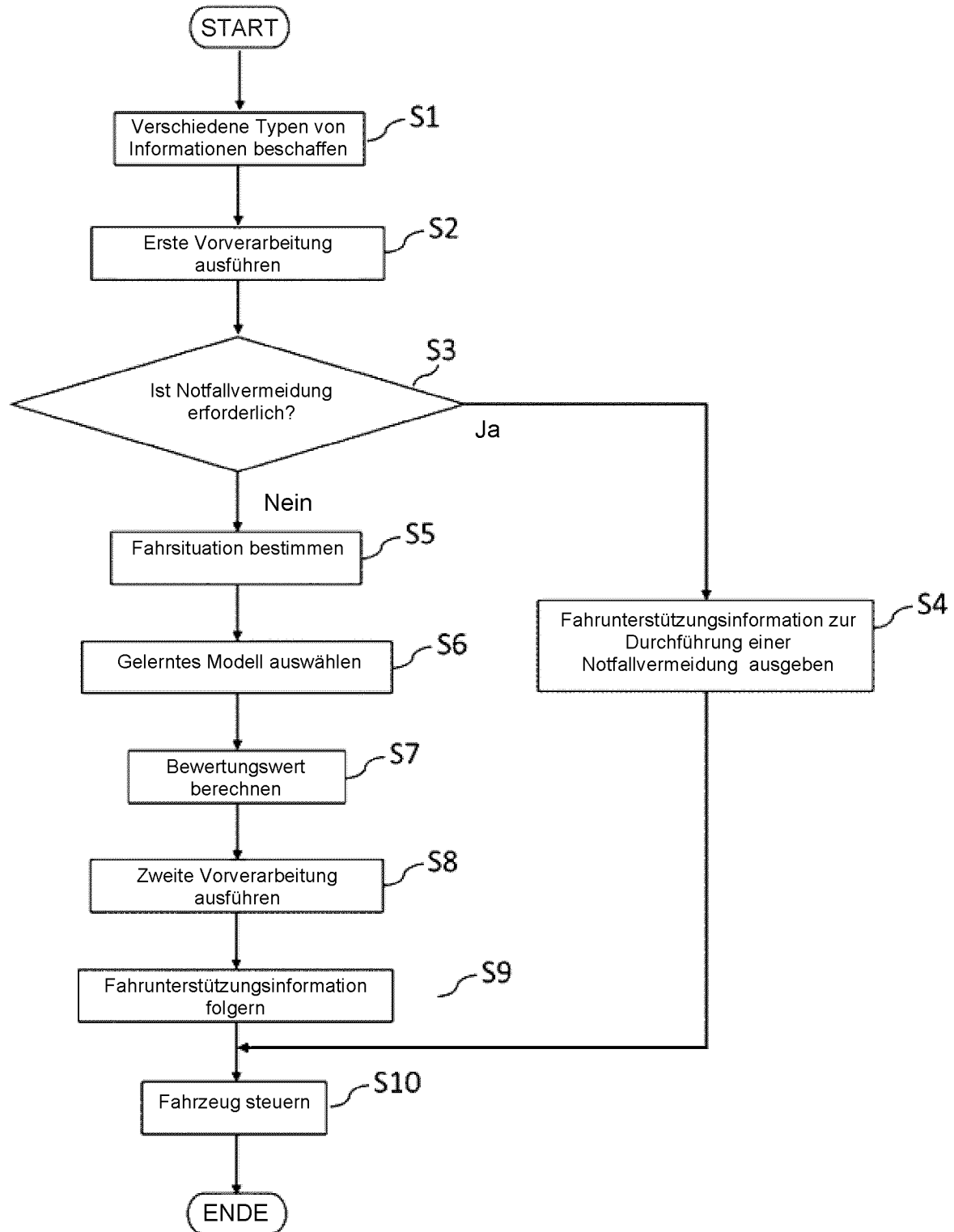


FIG. 5

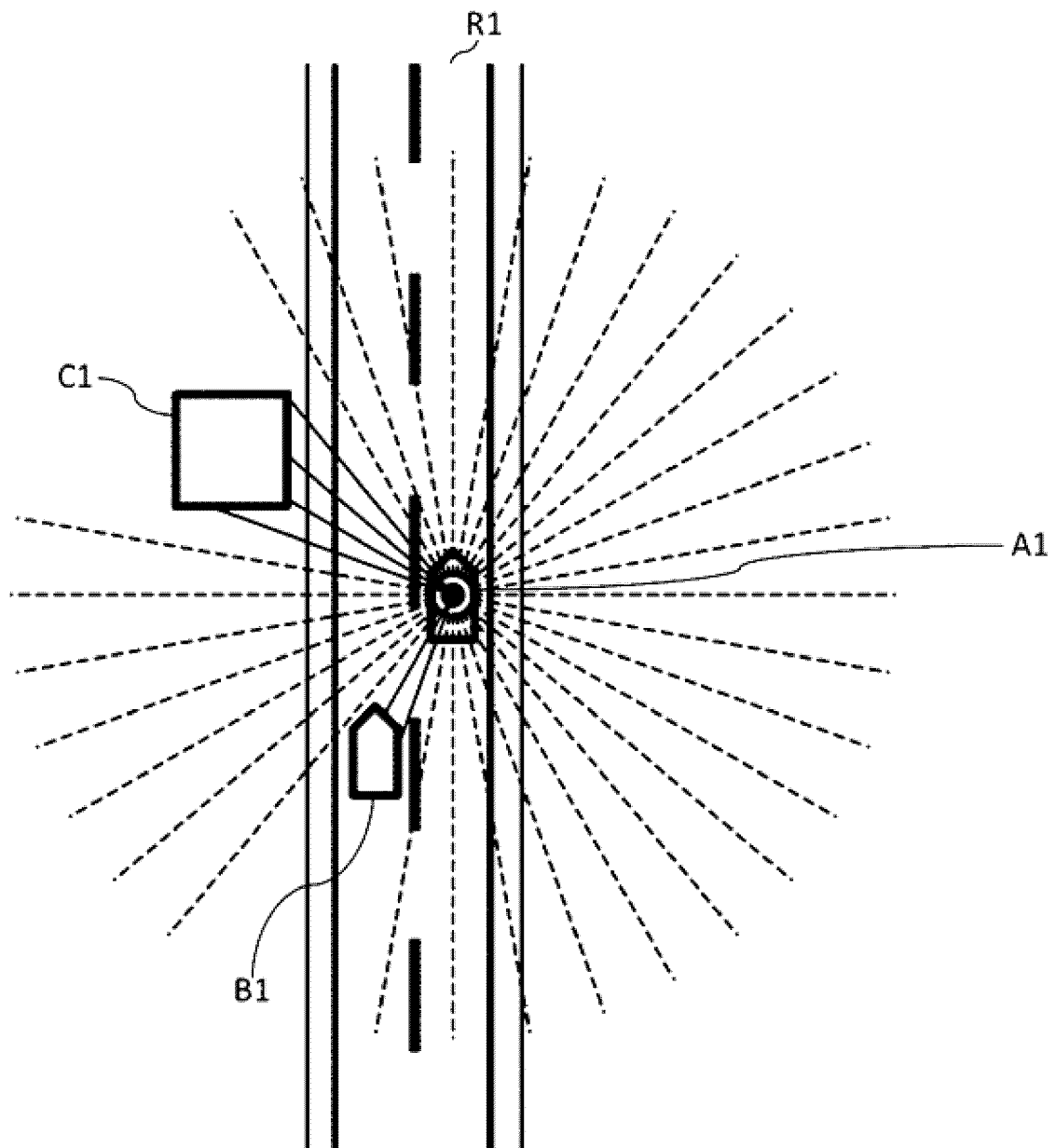


FIG. 6

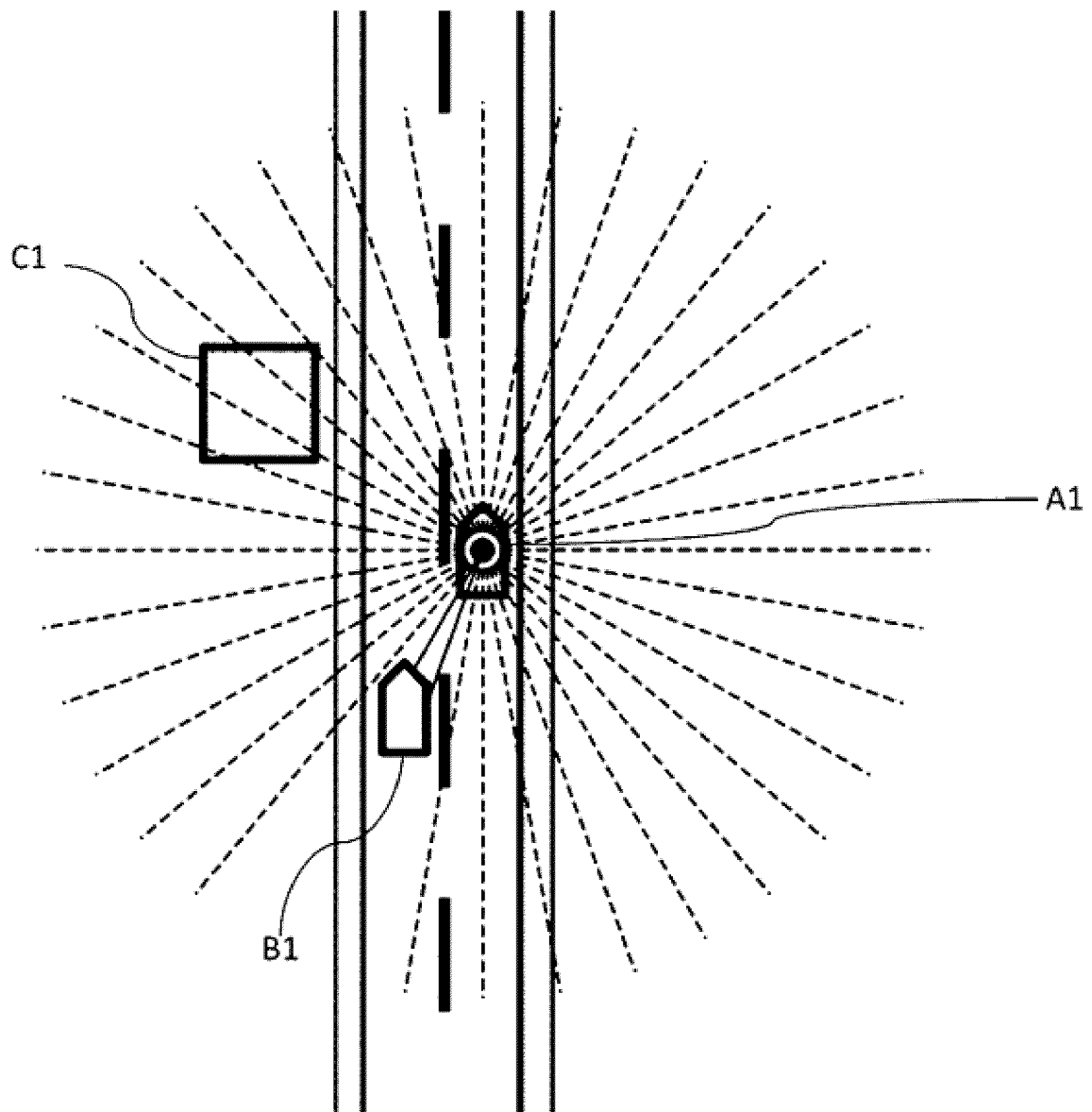


FIG. 7

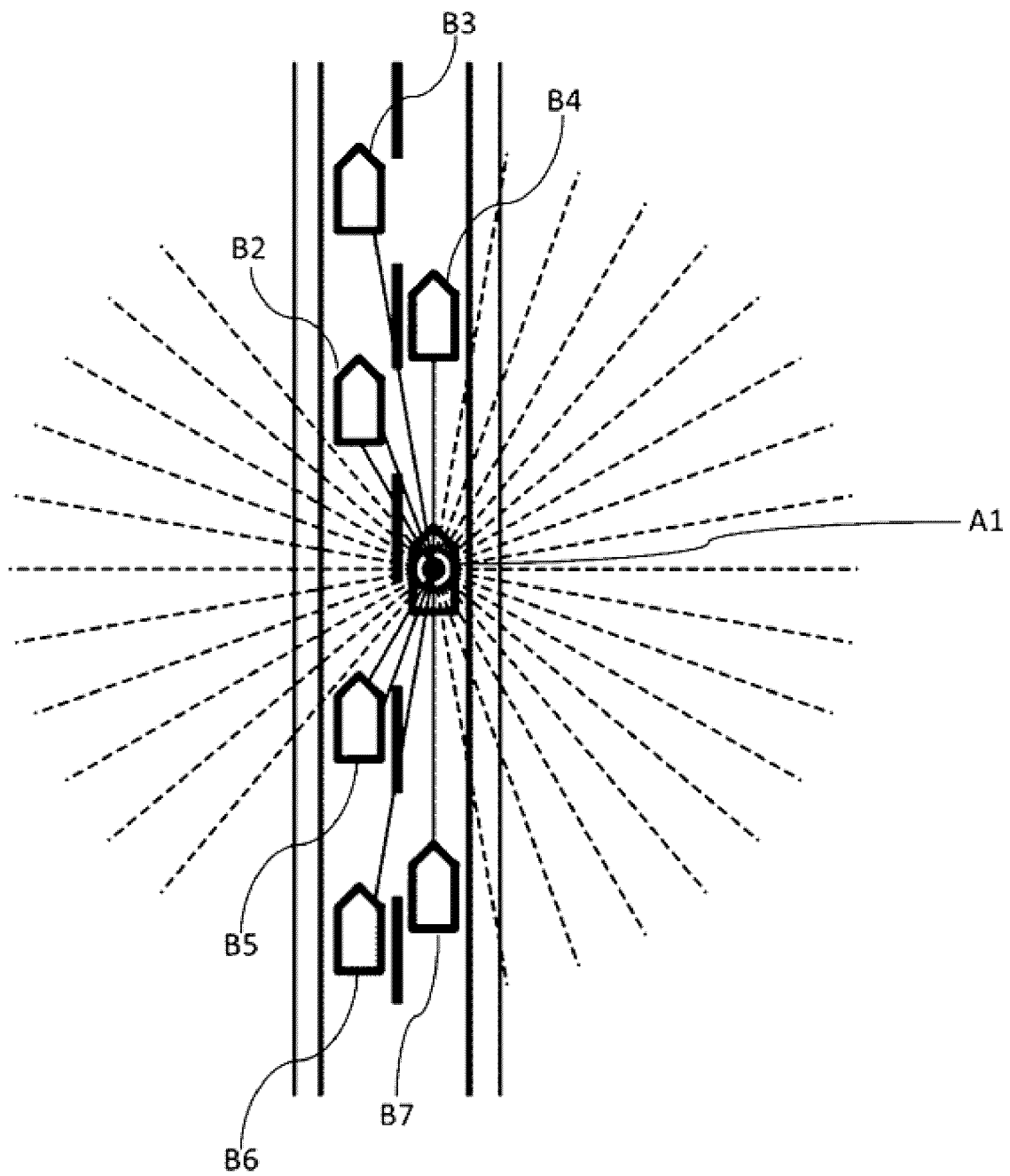


FIG. 8

Objektdetektionsinformation	Bewertungswert
D2	Groß
D3	Mittel
D4	Mittel
D5	Groß
D6	Mittel
D7	Mittel

FIG. 9

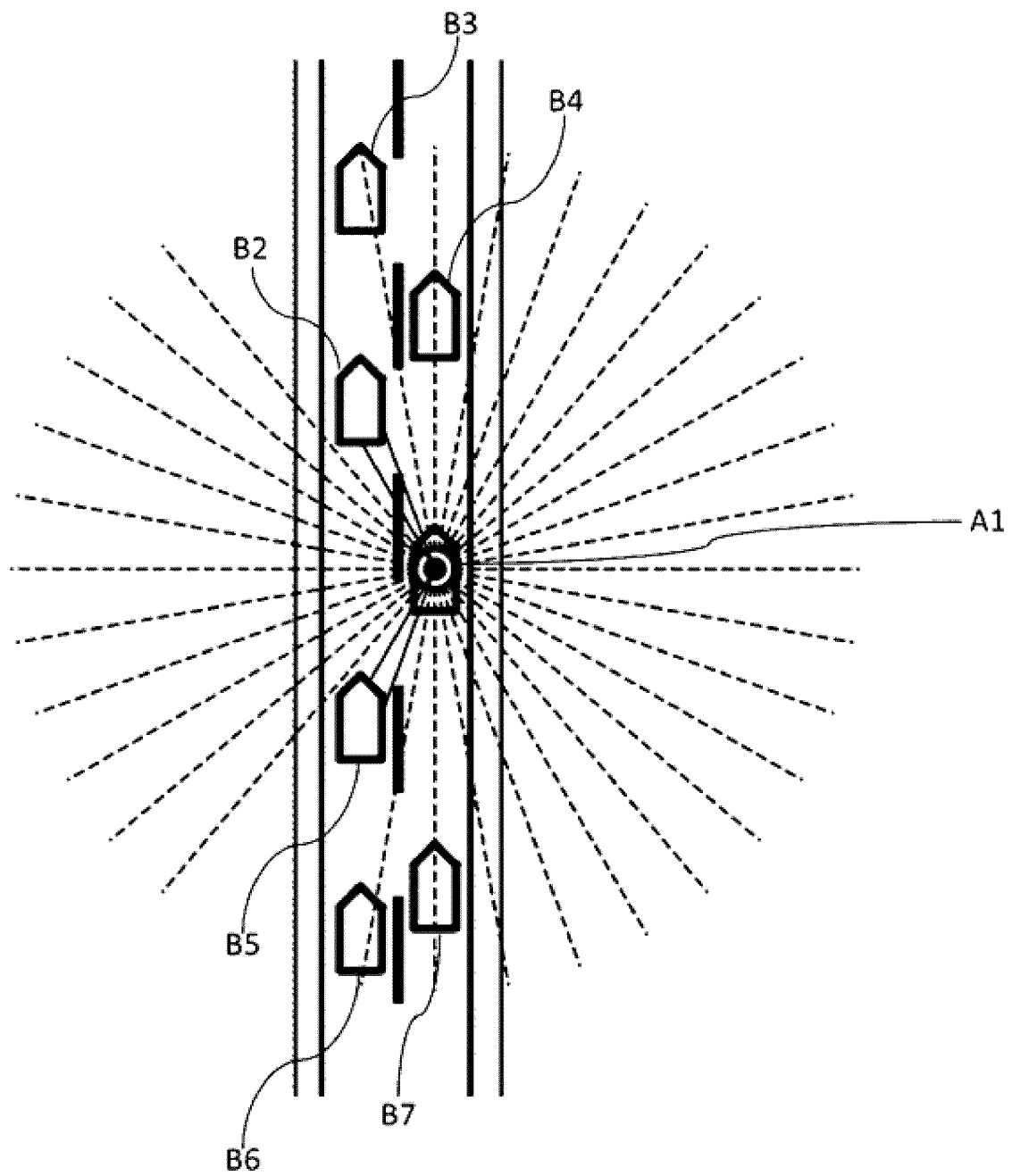


FIG. 10

Objektdetektionsinformation	Bewertungswert
D2	Mittel
D3	Klein
D4	Groß
D5	Mittel
D6	Klein
D7	Groß

FIG. 11

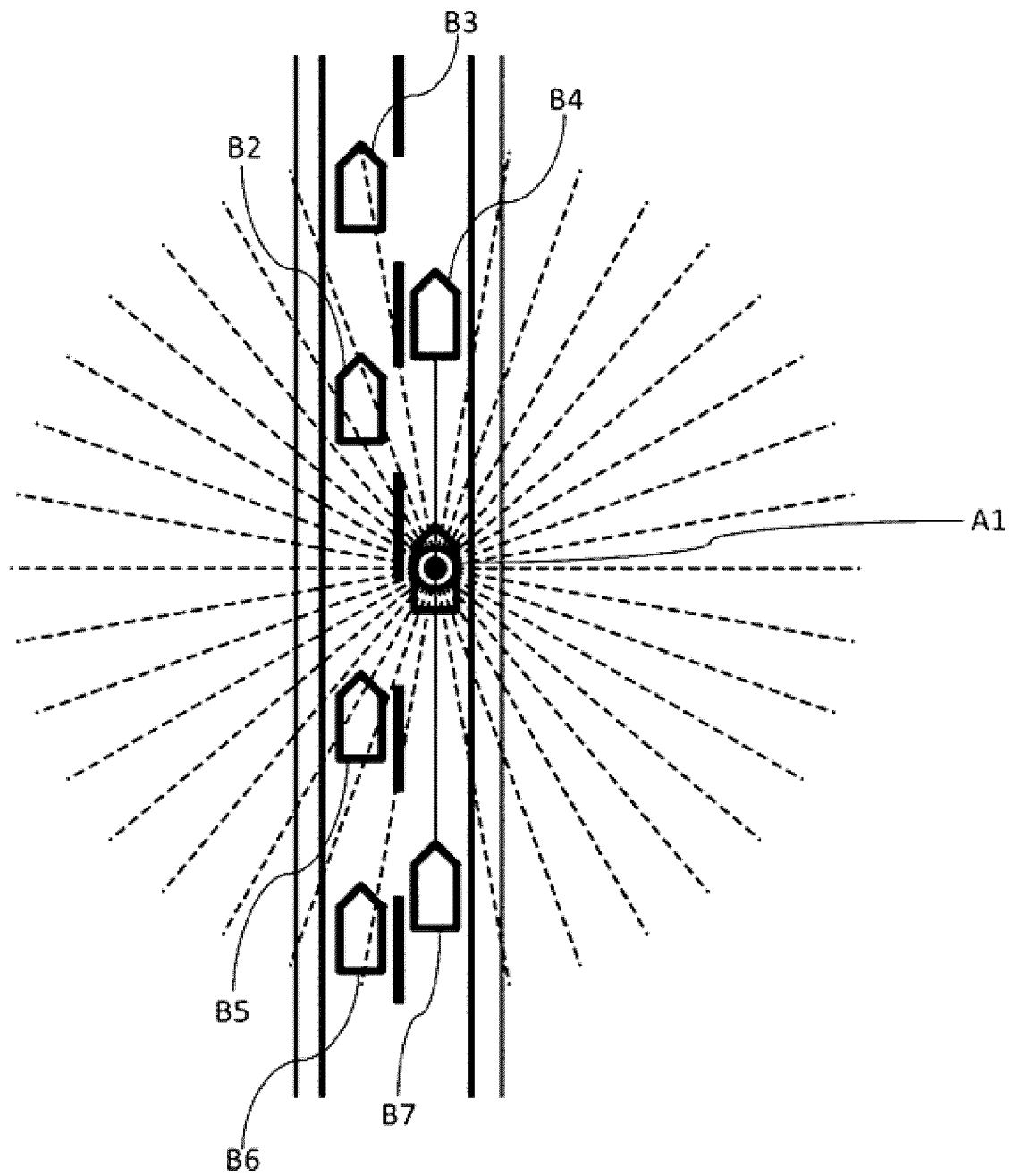


FIG. 12

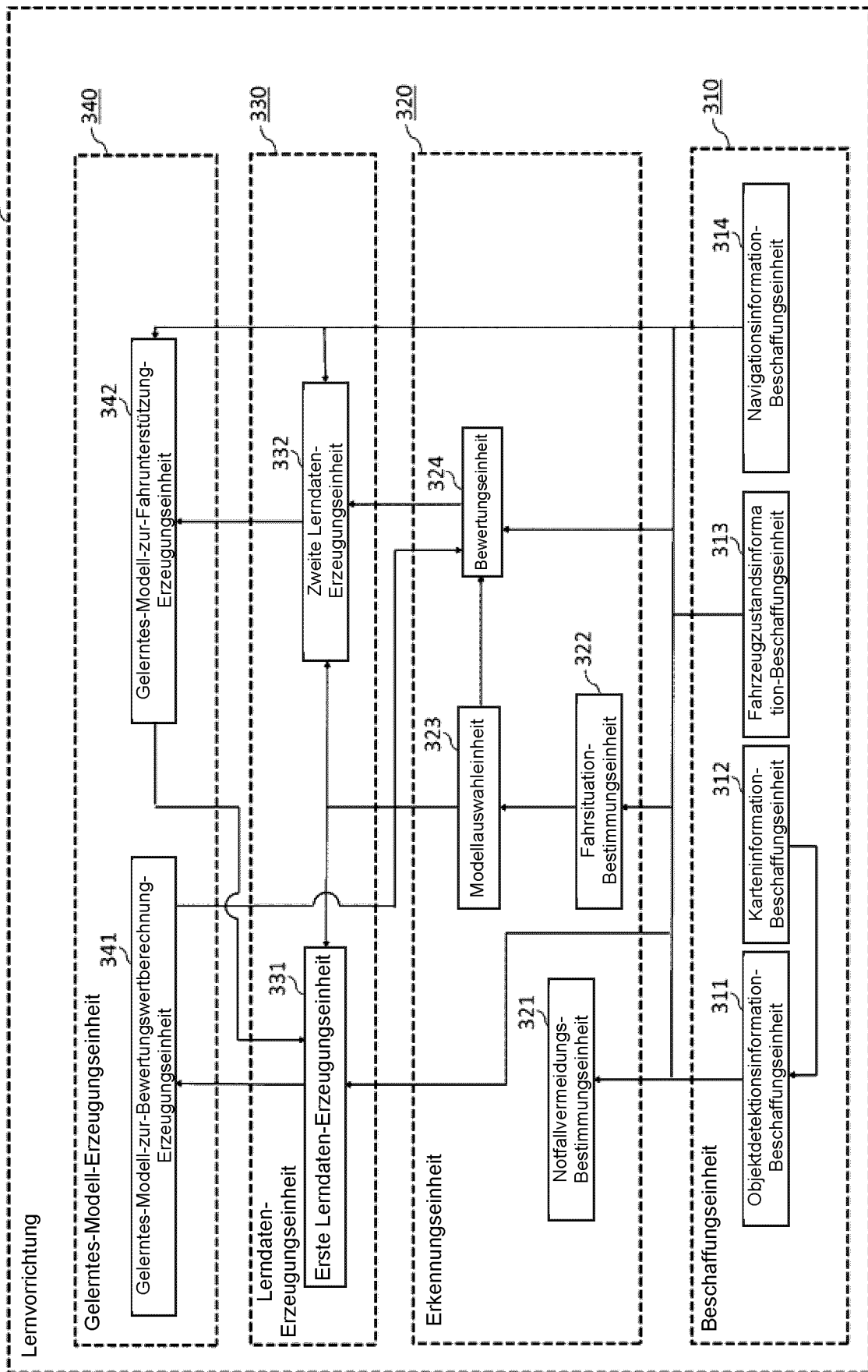


FIG. 13

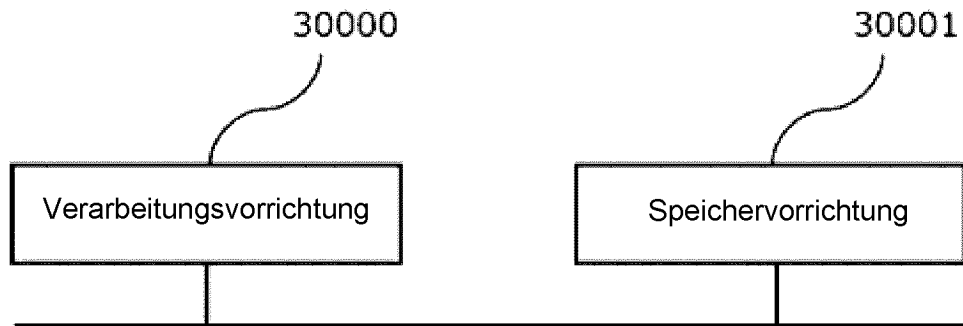


FIG. 14

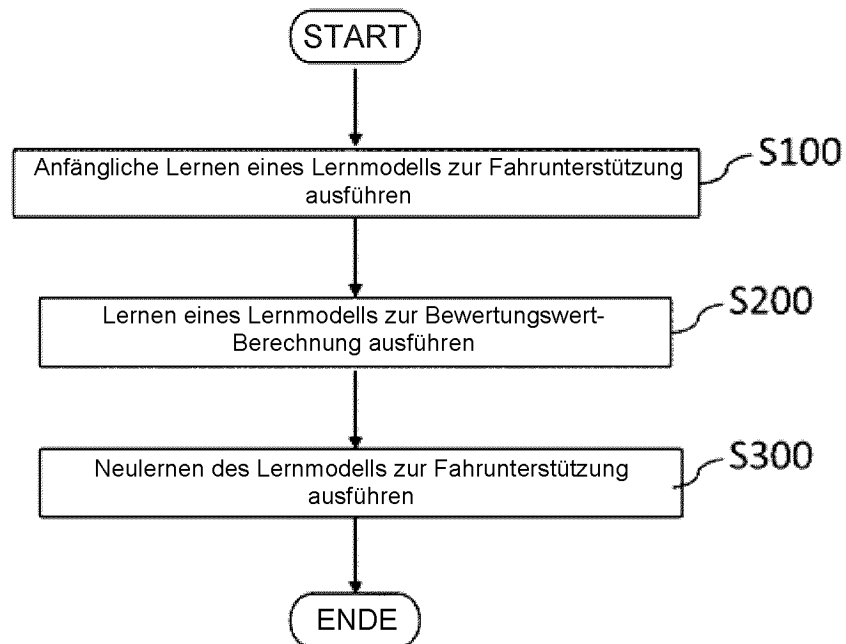


FIG. 15

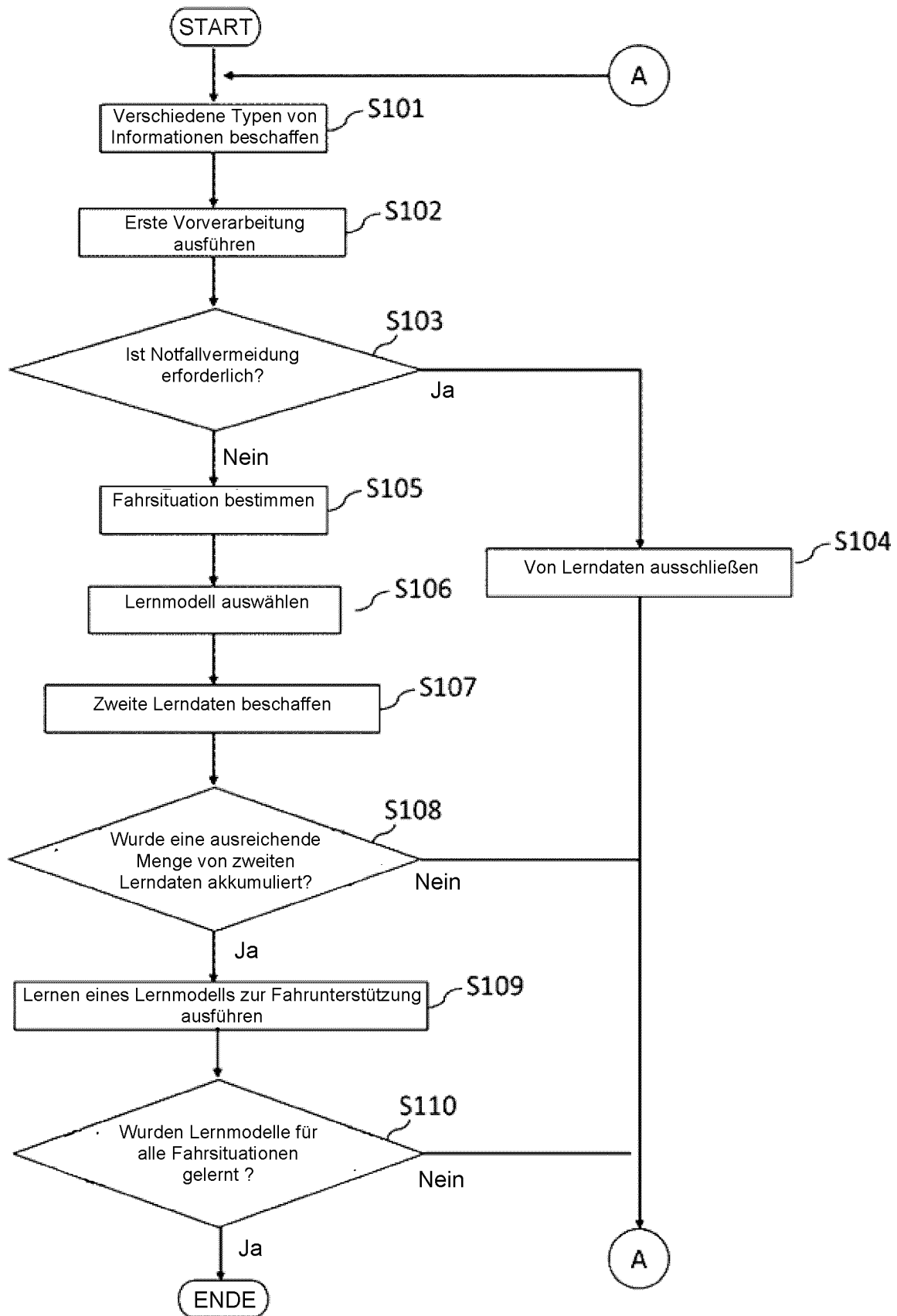


FIG. 16

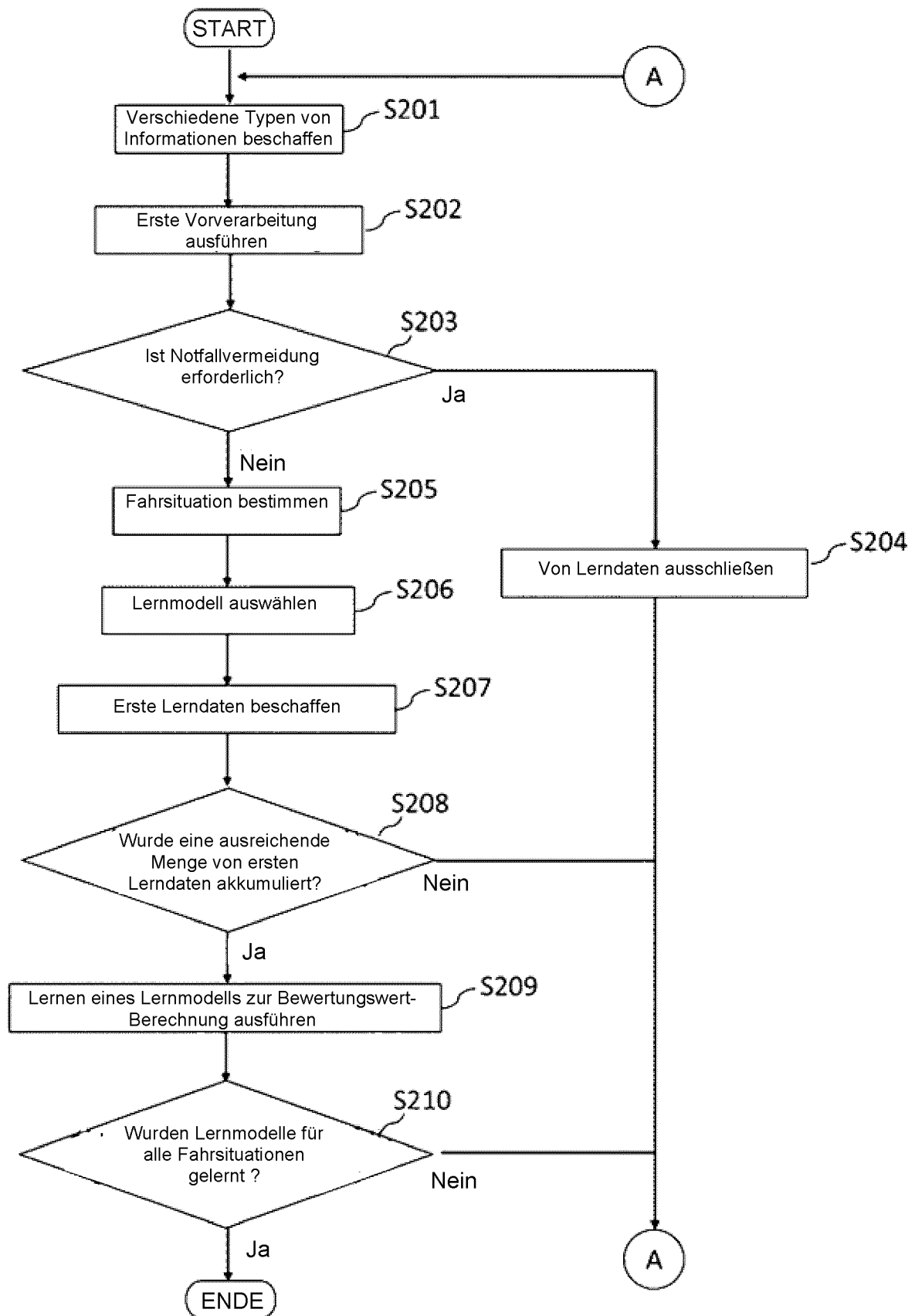


FIG. 17

