



(10) **DE 11 2017 001 616 T5** 2018.12.20

(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2017/169691**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜG)

(51) Int Cl.: **G08G 1/16** (2006.01)
B60K 35/00 (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2017 001 616.9**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2017/009958**
(86) PCT-Anmeldetag: **13.03.2017**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **05.10.2017**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **20.12.2018**

(30) Unionspriorität:
2016-074381 01.04.2016 JP

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

(74) Vertreter:
**Winter, Brandl, Fürniss, Hübner, Röss, Kaiser,
Polte Partnerschaft mbB, Patentanwälte, 85354
Freising, DE**

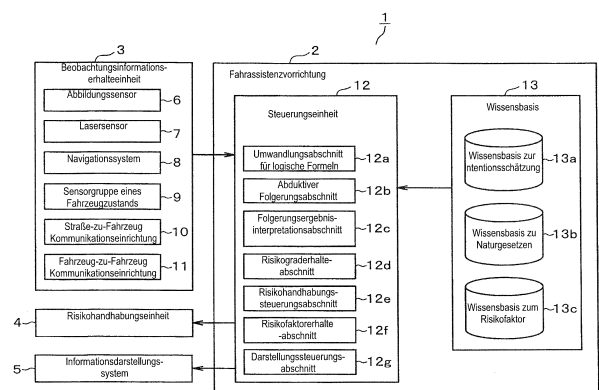
(72) Erfinder:
**Suzuki, Takamitsu, Kariya-city, Aichi-pref., JP;
Imajo, Hiroshi, Kariya-city, Aichi-pref., JP; Kondo,
Masayuki, Kariya-city, Aichi-pref., JP; Koga,
Tetsuro, Kariya-city, Aichi-pref., JP; Sawada,
Erika, Kariya-city, Aichi-pref., JP**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Fahrassistenzvorrichtung und Fahrassistenzprogramm**

(57) Zusammenfassung: Eine Fahrassistenzvorrichtung (2) umfasst: einen Risikograderhalteabschnitt (12d), der einen Grad eines Risikos eines Ereignisses erhält, das eine Sicherheit eines Fahrers gefährdet, wenn ein Auftreten des Ereignisses vorausgesagt wird, einen Risikohandhabungssteuerungsabschnitt (12e), der ein Ausführen einer Risikoverarbeitungsmaßnahme durch eine Risikohandhabungseinheit (4) gegen das vorausgesagte Ereignis steuert, einen Risikofaktorerhalteabschnitt (12f), der einen Faktor erhält, der das Risiko als Risikofaktor verursacht, und einen Darstellungssteuerungsabschnitt (12g), der eine Darstellung von Informationen über den Risikofaktor steuert. Der Darstellungssteuerungsabschnitt stellt Informationen dar, die auf das Vorhandensein des Risikofaktors hinweisen, wenn der Risikohandhabungssteuerungsabschnitt die Risikohandhabungseinheit steuert, um die Risikohandhabungsmaßnahme nicht durchzuführen, und der Grad des Risikos gleich einem vorbestimmten Wert oder höher als dieser ist.



Beschreibung**QUERVERWEIS AUF
VERWANDTE ANMELDUNGEN**

[0001] Diese Anmeldung basiert auf der japanischen Patentanmeldung Nr. 2016-74381, die am 1. April 2016 eingereicht wurde, deren Offenbarung hier durch Verweis aufgenommen wurde.

TECHNISCHES FELD

[0002] Die vorliegende Offenbarung bezieht sich auf eine Fahrassistenzvorrichtung und ein Fahrassistenzprogramm.

STAND DER TECHNIK

[0003] Für die Sicherheit ist es wichtig, dass die Sichtlinie des Fahrers während der Fahrt auf eine Straße in einer Fahrzeugbewegungsrichtung gerichtet ist. Eine Fahrassistenzkonfiguration, die in der verwandten Technik vorgeschlagen wird, präsentiert Warnhinweise, die auf ein Ereignis hinweisen, das die Sicherheit des Fahrers gefährdet (z. B. das Auftreten eines Fahrrads, das parallel zu einem eigenen Fahrzeug fährt), wenn ein solches Ereignis eintritt (siehe z. B. Patentreliteratur 1).

LITERATUR DES STANDS DER TECHNIK**PATENTLITERATUR**

[0004] Patentreliteratur 1: JP 2015-106326 A

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0005] Ein Auftreten eines Ereignisses, das die Sicherheit des Fahrers gefährdet, ist eine Voraussetzung für die Konfiguration der vorstehend beschriebenen verwandten Technik und Warnhinweise werden nach dem Auftreten des Ereignisses präsentiert. Die vorstehende Konfiguration ist wirksam, um den Fahrer zu warnen. Der Fahrer kann jedoch keine Maßnahmen ergreifen, es sei denn, das Ereignis, das die Sicherheit des Fahrers gefährdet, wird offensichtlich. Ein erfahrener Fahrer weiß, wo er schauen muss, um sicher zu fahren, und hat die Gewohnheit, sicher zu fahren, während es bei einem unerfahrenen Fahrer unwahrscheinlich ist, dass er diese Tipps kennt und eine Gewohnheit des sicheren Fahrens hat.

[0006] In Hinsicht auf die vorgenannten Schwierigkeiten ist es eine Aufgabe der vorliegenden Offenbarung, eine Fahrassistenzvorrichtung und ein Fahrassistenzprogramm vorzusehen, die in der Lage sind, den Fahrer beim Fahrbetrieb zu unterstützen, indem es ihm Tipps gibt, wo er schauen muss, um sicher zu fahren.

[0007] Nach einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung, einem Risikograderhalteabschnitt, der einen Grad eines Risikos eines Ereignisses, das die Sicherheit eines Fahrers gefährdet, erhält, wenn ein Ereignis vorausgesagt wird, einem Risikohandhabungssteuerungsabschnitt, der eine Ausführung einer Risikohandhabungsmaßnahme durch eine Risikohandhabungseinheit gegen das Ereignis, das vorausgesagt wurde, steuert, einem Risikofakterhalteabschnitt, der einen Faktor erhält, der das Risiko als Risikofaktor verursacht, und einem Darstellungssteuerungsabschnitt, der eine Darstellung von Informationen über den Risikofaktor steuert. Der Darstellungssteuerungsabschnitt stellt Informationen dar, die das Vorhandensein des Risikofaktors anzeigen, wenn der Risikohandhabungssteuerungsabschnitt die Risikohandhabungseinheit steuert, um die Risikohandhabungsmaßnahme nicht auszuführen, und der Grad des Risikos gleich einem vorbestimmter Wert oder höher als dieser ist.

[0008] Informationen, die das Vorhandensein eines Risikofaktors anzeigen, werden präsentiert, wenn ein Risikograd den vorbestimmten Wert erreicht oder überschreitet, auch wenn die Risikohandhabungseinheit keine Risikohandhabung ergreift, da ein die Sicherheit des Fahrers gefährdendes Ereignis nicht erkennbar ist. Durch die Darstellung von Informationen, die das Vorhandensein eines Risikofaktors anzeigen, bevor ein sicherheitsgefährdendes Ereignis für den Fahrer erkennbar wird, kann das Fahrassistenzvorrichtung die Sichtlinie des Fahrers so steuern, dass sie in eine Richtung weist, in der der Risikofaktor vorhanden ist. Die Konfiguration wie oben ist somit fähig, den Fahrer bei der Fahrweise angemessen zu unterstützen, indem sie ihm Tipps gibt, wo er hinschauen muss, um sicher zu fahren.

Figurenliste

[0009] Die vorstehenden und andere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden in der folgenden detaillierten Beschreibung in Bezug auf die beigefügten Zeichnungen deutlicher.

Fig. 1 ist ein funktionales Blockdiagramm einer Ausführungsform.

Fig. 2 ist ein Diagramm, das ein Flussdiagramm eines Prozesses zeigt, der von einem logischen Formelumrechnungsabschnitt durchgeführt wird.

Fig. 3A zeigt eine Tabelle, die einen Zusammenhang zwischen einem Objekterkennungsergebnis und einer logischen Konstanten anzeigt.

Fig. 3B zeigt Tabellen, die Umrechnungsregeln, die bei der Umwandlung von Beobachtungsinformationen in eine logische Formel angewendet werden.

Fig. 4 zeigt eine Tabelle, die anzeigt, wie die Kosten zu den Beobachtungsliteralen zugeordnet werden.

Fig. 5 zeigt eine Tabelle mit einer Wissensbasis zur Intentionsschätzung.

Fig. 6 zeigt eine Tabelle, die eine Wissensbasis von Naturgesetzen, anzeigt.

Fig. 7 zeigt eine Tabelle, die eine Risikofaktor-Wissensbasis, anzeigt.

Fig. 8 zeigt ein Flussdiagramm eines Prozesses, der von einem abduktiven Folgerungsabschnitt durchgeführt wird.

Fig. 9 zeigt ein Flussdiagramm eines Prozesses, der von einer Steuerungseinheit durchgeführt wird.

Fig. 10 ist ein Diagramm, das ein Anzeigebeispiel zeigt, wenn ein Risikofaktor dargestellt wird.

Fig. 11 ist ein Diagramm, das ein Anzeigebeispiel zeigt, wenn ein Risikofaktor nicht dargestellt wird.

AUSFÜHRUNGSFORMEN ZUM AUSFÜHREN DER ERFINDUNG

[0010] Im Folgenden wird eine Ausführungsform in Bezug auf die Zeichnungen beschrieben. Ein Fahrerassistenzsystem **1** enthält aus eine Fahrerassistenzvorrichtung **2**, eine Beobachtungsinformationserhalteinheit **3**, einer Risikohandhabungseinheit **4** und einem Informationsdarstellungssystem **5**.

[0011] Die Beobachtungsinformationserhalteinheit **3** enthält einen Abbildungssensor **6**, einen Lasersensor **7**, ein Navigationssystem **8**, eine Fahrzeugzustands-Sensorgruppe **9**, eine Straßen-zu-Fahrzeug-Kommunikationseinrichtung **10** und eine Fahrzeug-zu-Fahrzeug-Kommunikationseinrichtung **11**. Der Bildsensor **6** und der Lasersensor **7** erhalten Informationen über verschiedene Objekte, die an der Peripherie eines Fahrzeugs vorhanden sind. Das Navigationssystem **8** erfasst eine aktuelle Position des Fahrzeugs und erhält verschiedene Informationen aus einer Karte in der Nähe der aktuellen Position. Die Fahrzeugzustands-Sensor-Gruppe **9** erhält Informationen über ein Verhalten des Fahrzeugs und einen Zustand des Fahrzeugs. Die Straße-zu-Fahrzeug-Kommunikationseinrichtung **10** erhält Informationen über Staus, Straßenverkehrsordnung usw. von einem Kommunikationspartner, der durch eine Infrastruktur vorgesehen ist. Die Fahrzeug-zu-Fahrzeug-Kommunikationseinrichtung **11** erhält Informationen über das Verhalten eines anderen Fahrzeugs, das in der Fahrzeugperipherie vorhanden ist. Die Beobachtungsinformationserhalteinheit **3** beobachtet aus den vorstehend genannten Informationen eine Situation des Fahrzeugs und die Umgebungsbe-

dingungen des Fahrzeugs, erzeugt eine Beobachtungsinformationsgruppe **D1** für ein in der Fahrzeugperipherie vorhandenes Objekt und gibt die so erzeugte Beobachtungsinformationsgruppe **D1** an die Fahrerassistenzvorrichtung **2** aus. Die in der Beobachtungsinformationserhalteinheit **3** erzeugte Beobachtungsinformationsgruppe **D1** enthält Informationen über mindestens einen Objekttyp, ein Objektattribut und die Informationszuverlässigkeit. Zum Beispiel, wenn ein Objekt ein mobiles Objekt ist, enthält ein Attribut des Objekts eine Position, eine Bewegungsgeschwindigkeit und eine Bewegungsrichtung des Objekts, und so weiter. In einem Fall, in dem ein Objekt ein Fußgänger ist, kann ein Attribut des Objekts ein Geschlecht, einen Erwachsenen oder ein Kind, Besitztümer usw. umfassen.

[0012] Nach Eingabe eines Risikohandhabungssignals vom Fahrerassistenzvorrichtung **2** nimmt die Risikohandhabungseinheit **4** eine Risikohandhabungsmaßnahme vor, wie z.B. steuert das Fahrzeug und informiert den Fahrer über ein Risiko. Die Risikohandhabungseinheit **4** steuert das Fahrzeug durch eine Risikohandhabungsmaßnahme, z.B. eine Geschwindigkeitsregelung, eine Geschwindigkeitsreduzierung, einen Nothalt und automatisches Fahren, um ein Risiko zu vermeiden. Die Risikohandhabungseinheit **4** benachrichtigt den Fahrer von einem Risiko durch eine Risikohandhabungsmaßnahme, wie z.B. eine akustische oder visuelle Meldung. Die Risikohandhabungseinheit **4** sieht eine akustische Meldung, indem sie z.B. einen Warnton von einem Summer ausgibt, eine Warnstimme als Audioführung von einem Sprecher ausgibt. Die Risikohandhabungseinheit **4** bietet eine visuelle Benachrichtigung, durch z.B. ein Anzeigen eines Gefahrenpunkts auf einem Kartenbildschirm, ein Anzeigen eines Gefahrenpunkts und ein Ziehen der Sichtlinie des Fahrers über ein Head-up-Anzeige auf den Gefahrenpunkt. Die Risikohandhabungseinheit **4** kann Inhalte einer Risikohandhabungsmaßnahme je nach Gefährdungsgrad verändern.

[0013] Das Informationsdarstellungssystem **5** ist eine Anzeigeeinheit, die z.B. aus einer Flüssigkristallanzeige besteht und vorgesehen ist, um vom Fahrer auch während der Fahrt gut einsehbar zu sein, z.B. in der Nähe eines Tachometers. Nach Eingabe eines Darstellungsbefehlssignals von der Fahrerassistenzvorrichtung **2** stellt das Informationsdarstellungssystem **5** einen Risikofaktor dar (zeigt diesen an), der sich zu einem Risiko entwickeln kann. Ein Risikofaktor kann ein Fahrrad sein, das parallel zu einem eigenen Fahrzeug fährt, ein Fußgänger, der an einem Straßenrand entlang läuft, ein anderes Fahrzeug, das sich dem eigenen Fahrzeug nähert, um zu überholen. Der Risikofaktor ist ein Ereignis, das die Sicherheit des Fahrers gefährdet.

[0014] Die Fahrassistenzvorrichtung **2** enthält eine Steuerungseinheit **12** und eine Wissensbasis **13**. Die Steuerungseinheit **12** besteht aus einem Mikrocomputer mit einer CPU (Central Processing Unit), einem ROM (Read Only Memory), einem RAM (Random Access Memory) und einem I-O (Input-Output). Durch die Ausführung eines Computerprogramms, das auf einem nicht-flüchtigen, greifbaren Aufzeichnungsmedium gespeichert ist, führt die Steuerungseinheit **12** einen Prozess gemäß dem Computerprogramm durch und steuert den Gesamtbetrieb einer Fahrzeugperipherieüberwachungsvorrichtung **2**. Das von der Steuerungseinheit **12** ausgeführte Computerprogramm beinhaltet ein Fahrassistenzprogramm.

[0015] Die Steuerungseinheit **12** umfasst einen logischen Formelumwandlungsabschnitt **12a**, einen abduktiven Folgerungsabschnitt **12b**, einen Folgerungsergebnisinterpretationsabschnitt **12c**, einen Risikograderhalteabschnitt **12d**, einen Risikohandhabungssteuerabschnitt **12e**, einen Risikofaktorhalteabschnitt **12f** und einen Darstellungssteuerabschnitt **12g**. Die jeweiligen Abschnitte **12a** bis **12g** werden aus dem von der Steuerungseinheit **12** ausgeführten Computerprogramm gebildet und softwaremäßig umgesetzt.

[0016] Der logische Formelumwandlungsabschnitt **12a** wandelt die in der Beobachtungsinformationserhalteinheit **3** erzeugte Beobachtungsinformationsgruppe **D1** in eine logische Formel um. Nachfolgend wird ein Literal, das eine logische Formel bildet, als Li ausgedrückt, wobei i ein Bezeichner ist und einen Wert von positiver Ganzzahl hat. Ein Literal bedeutet eine logische Formel ohne eine partielle logische Formel. Für jedes Literal wird ein Preis angegeben. Ein Preis ist ein Wert, gemäß der Zuverlässigkeit eines Literals und damit Zuverlässigkeit der Beobachtung, die eine Literalerzeugungsquelle, und ausgedrückt als ci . Dabei wird ein Preis ci auf einen Wert zwischen 1 und 100 in umgekehrtem Verhältnis zur Zuverlässigkeit gesetzt. Das heißt, ein Preis $ci = 1$ bedeutet, dass ein Inhalt, der durch ein Literal Li ausgedrückt wird, definitiv wahr ist und 100% Zuverlässigkeit bedeutet. Umgekehrt bedeutet ein Preis $ci = 100$, dass es völlig unbekannt ist, ob ein Inhalt, der durch ein Literal Li ausgedrückt wird, wahr ist und 0% Zuverlässigkeit bedeutet. Im Folgenden wird ein Literal mit Kosten als $Li\$ci$ ausgedrückt.

[0017] Ein Prozess, der durch den logischen Formelumwandlungsabschnitt **12a** durchgeführt wird, wird nun mit Bezug auf **Fig. 2** beschrieben.

[0018] Der logische Formelumwandlungsabschnitt **12a** weist den jeweiligen Teilen der Beobachtungsinformation, die die Beobachtungsinformationsgruppe **D1** bilden, Identifikationsnamen zur Identifizierung von Objekten zu und erzeugt eine Beobachtungsinformationsgruppe **D11** mit den Identifikationsnamen

(**S1**). Wie in **Fig. 3A** dargestellt, werden logische Konstanten, die durch Symbole, wie z.B. Alphabete, dargestellt werden, als Identifikationsnamen zum Identifizieren der Objekte verwendet.

[0019] Der logische Formelumwandlungsabschnitt **12a** scannt die Beobachtungsinformation, die die Beobachtungsinformationsgruppe **D11** mit Identifikationsnamen bildet, prüft die Beobachtungsinformation gegen eine Umwandlungsregel **21** und wandelt die Beobachtungsinformation in Literale Li um. Dann setzt der logische Formelumrechnungsabschnitt **12a** die Kosten für jedes Literal Li auf einen eindeutigen Wert von $ci = 1$. Der logische Formelumrechnungsabschnitt **12a** erzeugt eine logische Beobachtungsformel **D12**, die eine logische Formel ist, die durch ein Kombinieren der Literale mit den Kosten unter Verwendung eines logischen Operators UND ($\wedge$) (**S2**) formuliert wird.

[0020] Wie es in **Fig. 3B** dargestellt wird, enthalten Beispiele für die Umrechnungsregel **21** eine Regel, die sich auf Wetter- und Straßenverhältnisse bezieht (es regnet / es ist Nachtzeit / eine Straße hat eine Kreuzung), eine Regel, die sich auf das Attribut des Objekts bezieht (ein Objekt X ist ein Auto / ein Objekt Y ist ein Fußgänger / ein Objekt Y ist mit einem offenen Schirm), eine Regel, die sich auf eine Positionsbeziehung zwischen Objekten bezieht (Y ist vor X / Y ist auf einer Kreuzung C / Y ist näher an einer Kreuzung C als X), aber sind nicht auf diese beschränkt

[0021] Wie es in **Fig. 4** dargestellt wird, passt der logische Formelumwandlungsabschnitt **12a** die Kosten ci für jedes Literal mit Kosten $Li\$ci$, das die logische Beobachtungsformel **D12** bildet, gemäß der Zuverlässigkeit der Erkennung der Beobachtungsinformation, die die Quelle der Literalerzeugung ist, an und gibt ein Anpassungsergebnis als logische Beobachtungsformel **D2** mit Kosten (**S3**) aus.

[0022] Die Wissensbasis **13** ist allgemeines Wissen, das durch logische Formeln ausgedrückt wird und enthält eine Wissensbasis **13a** zur Intentionsschätzung, eine Wissensbasis **13b** zu Naturgesetzen und eine Wissensbasis **13c** zum Risikofaktor. Definiere Aj und C als Literale, und definiere wj als real-gewertete Größe eines Literals Aj und wj , die auf 0 oder größer eingestellt wird. Die Inhalte der jeweiligen Wissensbasen **13a** bis **13c** werden dann durch eine logische Wissensformel (1) wie folgt ausgedrückt:

[Mathematische Formel 1]

$$A1^{w1} \wedge A2^{w2} \wedge \dots \wedge An^{wn} \rightarrow c \quad (1)$$

[0023] Die Wissensbasis **13a** zur Intentionsschätzung ist eine Beschreibung der Beziehungen zwischen der Intention eines Fahrers, einem Fahrzeugzustand und der Straßenumgebung, einer Positions-

beziehung in Bezug auf ein erfasstes Objekt usw. Die Wissensbasis **13a** zur Intentionsschätzung ist in einer Prädikatenlogik geschrieben. Wie es in **Fig. 5** dargestellt wird, werden der Inhalt z.B. „wenn ein Fahrer die Absicht hat, nach links (rechts) abzubiegen“, „wenn ein linkes Rücklicht eingeschaltet ist, hat ein Fahrer die Absicht, nach links abzubiegen“, und „wenn ein schweres Fahrzeug vorausfährt, kann ein Fahrer eine Ausweichmaßnahme ergreifen“ durch logische Wissensformeln ausgedrückt.

[0024] Die Wissensbasis **13b** für Naturgesetze ist eine Beschreibung über inkonsistente Beziehungen im physikalischen Gesetz und Konzept, Beziehungen zwischen Objekten, usw. Wie in **Fig. 6** dargestellt, werden z.B. „eine Natur des Erwachsenseins und eine Natur des Kinderseins nicht gleichzeitig festgelegt“, „ein Auto kann nicht gleichzeitig verschiedenen Spuren angehören“ und „ein Kind folgt einem Fußball“ durch logische Wissensformeln ausgedrückt.

[0025] Der Wissensbasis **13c** für Risikofaktoren ist eine Beschreibung von Mustern gefährlicher Umgebungsbedingungen und wird durch logische Formeln mit der Konsequenz „Risiko“ ausgedrückt. Wie es in **Fig. 7** dargestellt wird, werden z.B. Inhalte „falls ein Objekt in Zukunft an Ihrem Standort vorhanden ist, stellt das Objekt ein Risiko dar“, „falls ein Objekt mit der Absicht, sich zu verlangsamen und nach links zu wenden, vor Ihnen fährt, stellt das Objekt ein Risiko dar“, „falls ein für Sie unsichtbares Objekt heraufstürzt, stellt das Objekt ein Risiko dar“ durch logische Wissensformeln ausgedrückt.

[0026] In der Wissensdatenbank **13** gespeicherte logische Formeln können manuell oder automatisch aus Webseiten, einer Datenbank mit einer Sammlung von Unfällen oder ähnlichem unter Verwendung einer bekannten Text-Mining-Technik erhalten werden. Ein Gewicht w_j kann einem Literal A_j manuell oder automatisch unter Verwendung einer bekannten überwachten maschinellen Lernmethode (z.B. Fuuto Yamamoto, Naoya Inoue, Yotaro Watanabe, Naomi Okazaki und Kentaro Inui, „Backpropagation Learning for Weighted Abduction“, Journal of Information Processing Society of Japan, Vol.2012-NL-206, Mai 2012) hinzugefügt werden.

[0027] Im Folgenden sind Beispiele für Literale, die von der Beobachtungsinformationsgruppe D1 umgewandelt werden und Literale, die zur Beschreibung von Inhalten (logische Formeln) in der Wissensbasis **13** verwendet werden, aufgeführt. Literale enthalten Literale, die Objekttypen ausdrücken, Literale, die Zustände von Objekten ausdrücken, Literale, die Absichten von Agenten ausdrücken, Literale, die Positionsbeziehungen zwischen Objekten ausdrücken, Literale, die semantische Beziehungen zwischen Objekten ausdrücken, Literale, die Straßenbedingungen ausdrücken, und so weiter.

[0028] Beispiele für Literale, die Objekttypen ausdrücken, sind unter anderem: Erwachsener, Agent, Gefahrgutbeauftragter, Hund, Ältester, Kind, Kinder, Person, Gruppe von Kindern, Gruppe von Personen, Krankenwagen, Fahrrad, Bus, Auto, Gruppe von Autos, Motorrad, Tankwagen, Taxi, Van, Fahrzeug, Gasse, Wohnung, Pause, Gebäude, Brücke, Kegel, Tor, Park, Mauer, Kreuzung, Überweg, Kurve, Abstieg, Fahrspur, Kreuzung, Bahnübergang, Signal, Singal4walker, Sicherheitszone, Gefahrenstelle, Keks, Fußball, Ding, Eisenplatte, Blatt, Licht, Last, Hindernis, Schirm, Pfütze und Sandplatz.

[0029] Beispiele für Literale, die Zustände von Objekten ausdrücken, sind unter anderem: Links-Scheinwerfer an, Links-Rücklicht an, Rechts-Scheinwerfer an, Rechts-Rücklicht an, geparkt, leer, signalblau, signalblau-blink, signalgelb, nichts an, geparkt, unsichtbarzu, sichtbarzu, winkende-Hände und Rad-Abfall.

[0030] Beispiele für Literale, die die Absichten von Agenten zum Ausdruck bringen, sind unter anderem: wird-überqueren, wird-vermeiden, wird-aus-der-Spur-gehen, wir-wechseln-die-Richtung, wir-ändern-die-Spur, wir-überqueren, wir-geben-Weg, wir-gehen-zurück, wir-gehen-vorne, wir-gehen-links, wir-gehen-nach-rechts, wir-bewegen-vorne, wir-öffnen-die-Tür, wird-öffnen-links-Tür, wir-überholen, wird-und-ausstoßen, wird-ablassen, wird-bewegen, wird-beschleunigen, wird-spritzen, wird-bleiben, wird-bleiben, und wirdstoppen.

[0031] Beispiele für Literale, die Positionsbeziehungen zwischen Objekten ausdrücken, sind unter anderem: um, hinter, links-hinter, links-vorder, links-vorder, links-vorder, nicht-vorder, nicht-links-vorder, rechts-vorder, rechts-vorder, rechts-vorder, rechts-vorder, vorne-vorder, vorne-vorder, vorne-vorder, ist-unmittelbar, ist-schließen-vor, auf, fangen, und Kontakt.

[0032] Beispiele für Literale, die semantische Beziehungen zwischen Objekten ausdrücken, sind unter anderem: gehört zu, hat, behält, Mutter von, spielt-at, folgt, reitet-on, und schwerer-als.

[0033] Beispiele für Literale, die den Straßenzustand ausdrücken, sind unter anderem: Umgebung, Anlage, Baustelle, Regen, Nässe, Eis, Schlamm, Dunkelheit, Schnee und Gerade.

[0034] Der abduktive Folgerungsabschnitt **12b** führt eine abduktive Folgerung über gefährliche Umstände unter Verwendung des logischen Formelkonvertierungsabschnitt **12a** konvertierte Beobachtungslogik **D2** und eine in der Wissensbasis **13** gespeicherte Wissenslogik **D3** durch. Der abduktive Folgerungsabschnitt **12b** beweist ein aus der Beobachtungslogik **D2** vorausgesagtes Risiko unter Verwendung der

logischen Wissensformel **D3** als Hintergrundwissen. Hierin wird ein Beweis für die maximale Wahrscheinlichkeit durch gewichtete abduktive Folgerungen gefunden (siehe Hobbs, Jerry R., Mark Stickel, Douglas Appelt und Paul Martin, 1993. „Interpretation als Einführung“, Künstliche Intelligenz, Band 63, Nr. 1-2, S. 69-142).

[0035] Ein durch den abduktiven Folgerungsabschnitt **12b** durchgeführter Vorgang wird nun in Bezug auf **Fig. 8** beschrieben.

[0036] Der abduktive Folgerungsabschnitt **12b** erzeugt einen Proofkandidaten, der eine logische Formel ist, die durch ein Kombinieren der logischen Beobachtungsformel **D2** und eines Literals, das „Risiko“ mit einem logischen Operator „UND ()“ ausdrückt, und erzeugt mehrere Proofkandidaten durch ein Anwenden einer Rückwärts-Folgerung auf den erzeugten Proofkandidaten (**S11**).

[0037] Genauer gesagt, generiert der abduktive Folgerungsabschnitt **12b** mehrere Proofkandidaten, durch ein Anwenden von Regeln der Wissensbasis **13c** von Risikofaktoren auf ein Literal „Risiko“ im zuerst erzeugten Proofkandidaten. Der Ausdruck „Regeln anwenden“, auf den hier Bezug genommen wird, bedeutet ein Verfahren wie folgt. Das heißt, definiere ein Literal, das den Proofkandidaten als Zielliteral bildet, dann wird die logische Wissensformel **D3** mit dem Zielliteral als Folge der Regel extrahiert und das Zielliteral im Proofkandidaten durch einen Vorgänger der extrahierten logischen Wissensformel **D3** ersetzt. Der abduktive Folgerungsabschnitt **12b** erzeugt eine Reihe von mehreren Proofkandidaten, indem er das Verfahren zur Anwendung der Regeln der Intentionsschätzung Wissensbasis **13a** und der Wissensbasis **13b** für Naturgesetze auf ein beliebiges Literal in jedem der mehreren Proofkandidaten wiederholt durchführt, die in der vorstehenden beschriebenen Weise erzeugt wurden. Im Folgenden wird ein so erzeugter Satz von Proofkandidaten als Proofkandidatengruppe **D21** bezeichnet.

[0038] Der abduktive Folgerungsabschnitt **12b** berechnet einen Proofkosten für jeden Proofkandidaten, der zur Proofkandidatengruppe **D21** gehört, um einen Proofkandidaten mit den niedrigsten Proofkosten (Extrahieren eines Proofs mit maximaler Wahrscheinlichkeit) zu wählen, und gibt eine logische Formel und einen Proofpreis des kostengünstigsten Proofs als kostengünstigste Proofinformation **D4** (**S12**) aus.

[0039] Der abduktive Folgerungsabschnitt **12b** berechnet die Proofkosten, durch ein Addieren der Kosten aller Literale, die den Proofkandidaten bilden. In einem Fall, in dem „Regeln angewendet werden“, multipliziert der abduktive Folgerungsabschnitt **12b** die Kosten c_i eines Literals vor dem Ersetzen (Lite-

ral, das dem Ersetzen ausgesetzt ist) mit einem Gewicht w_j , das einem Literal nach dem Ersetzen (ersetztes Literal) gegeben wird, und verwendet ein resultierendes Produkt als Kosten des ersetzten Literals. Zum Beispiel, wenn zwei Literale desselben Prädikats im Proofkandidaten sind, vereinheitlicht der abduktive Folgerungsabschnitt **12b** die beiden Literale, indem er denjenigen löscht, der die höheren Kosten hat. Das heißt, dass die Proofkosten in der Regel durch die Anwendung von Regeln steigen, da die Anzahl der Literale, die den Proofkandidaten bilden, zunimmt. Wenn sich jedoch dieselben Literale in einem Proofkandidaten befinden, werden die Proofkosten in einigen Fällen reduziert. Das Vorstehende zeigt, dass von allen Regeln der Wissensbasis **13c** für Risikofaktoren eine Regel, die sich intuitiv mit Hilfe von mehr logischen Beobachtungsformeln unter Verwendung von mehr logischen Beobachtungsformeln nachweisen lässt, der Nachweis der maximalen Wahrscheinlichkeit ist.

[0040] Da eine Menge **B** der logischen Wissensformeln **D3**, die Regeln für den Nachweis sind, und eine Menge **O** von Literalen, die die logische Beobachtungsformel bilden, jeweilig durch die nachstehende Formel (2) und Formel (3) ausgedrückt werden, wobei $p(x)$, $q(x)$, $r(x)$ und $s(x)$ Literale sind.
[Mathematische Formel 2]

$$B = \{p(x)^{1.2} \rightarrow q(x), (x)^{0.8} \wedge r(x)^{0.4} \rightarrow s(x)\} \quad (2)$$

$$O = \{q(a)^{\$10}, s(b)^{\$10}\} \quad (3)$$

[0041] Wie in der folgenden Formel (4) ausgedrückt, wird eine logische Beobachtungsformel selbst als Nachweiskandidat **H1** angegeben. Dann werden die Kosten für den Proofkandidaten **H1**, Kosten (**H1**), gemäß der nachstehenden Formel (5) ermittelt.
[Mathematische Formel 3]

$$H1 = \{q(a)^{\$10}, s(b)^{\$10}\} \quad (4)$$

$$\text{cost}(H1) = 10 + 10 = 20 \quad (5)$$

[0042] Durch ein Anwenden einer Regel auf ein Literal $q(a)$ des Proofkandidaten **H1** wird ein Proofkandidat **H2**, der durch die nachstehende Formel (6) ausgedrückt wird, erzeugt. Das Löschen des zu ersetzenden Literals aus dem Proofkandidaten **H2** wird ausgedrückt, indem die Kosten des Literals auf 0\$ gesetzt werden. Kosten des Proofkandidaten **H2**, Kosten (**H2**) werden in Übereinstimmung mit der nachstehenden Formel (7) ermittelt. Es wird davon ausgegangen, dass die Proofkosten des Proofkandida-

ten **H2** von den Proofkosten des Proofkandidaten **H1** durch Anwendung der Regel, d.h. durch ein Durchführen einer Rückwärts-Folgerung, steigen.
[Mathematische Formel 4]

$$H2 = \{q(a)^{\$0}, s(b)^{\$10}, p(a)^{\$1.2 \cdot 10 = \$12}\} \quad (6)$$

$$\text{cost}(H2) = 10 + 12 = 22 \quad (7)$$

[0043] Durch ein Anwenden der Regel auf ein Literal $s(b)$, das zu dem Proofkandidaten **H2** gehört, wird ein Proofkandidat **H3**, der durch die nachstehende Formel (8) ausgedrückt wird, erzeugt. Ein einfach gefundener Proofpreis des Proofkandidaten **H3**, Kosten (**H3**), wird durch die nachstehende Formel (9) ausgedrückt.
[Mathematische Formel 5]

$$H3 = \{q(a)^{\$0}, s(b)^{\$0}, p(a)^{\$12}, p(b)^{\$8}, r(b)^{\$4}\} \quad (8)$$

$$\text{cost}(H3) = 12 + 8 + 4 = 24 \quad (9)$$

[0044] Allerdings sind die gleichen Literale $p(a)$ und $p(b)$ im Proofkandidaten **H3**. Daher werden die beiden Literale vereinheitlicht ($a = b$) und das Literal $p(a)$ mit den höheren Kosten gelöscht. Folglich wird der Proofkandidat **H3** durch die nachstehende Formel (10) ausgedrückt. Das heißt, es wird davon ausgegangen, dass die Proofkosten des Proofkandidaten **H3**, $\text{cost}(H3)$, tatsächlich gemäß der nachstehenden Formel (11) gefunden werden und dass die Proofkosten durch Vereinheitlichung der Literale reduziert werden.

[Mathematische Formel 6]

$$H3 = \{q(a)^{\$0}, s(b)^{\$0}, p(b)^{\$8}, r(b)^{\$4}, a = b\} \quad (10)$$

$$\text{cost}(H3) = 8 + 4 = 12 \quad (11)$$

[0045] Der Folgerungsergebnisinterpretationsabschnitt **12c** identifiziert ein aus den gegenwärtigen Umgebungsbedingungen vorausgesagtes Risiko unter Verwendung der kostengünstigsten Nachweisinformation **D4** und unter Bezugnahme auf die Beobachtungslogikformel **D2** und die mit den jeweiligen Literalen korrelierten Beobachtungsinformationen, die die Beobachtungslogikformel **D2** bilden. Der Folgerungsergebnisinterpretationsabschnitt **12c** berechnet einen Risikograd des identifizierten Risikos und identifiziert eine Gefahrenstelle. Der Inferenz Ergebnis In-

terpretationsabschnitt **12c** ist fähig, ein Risiko aus der Regel der Risikofaktor-Wissensbasis **13c** zu identifizieren, die zur Erzeugung des kostengünstigsten Nachweises verwendet wird, und ist fähig, einen Risikograd aus den Proofkosten zu berechnen. Genauer gesagt, kann ein Kehrwert der Nachweiskosten als Risikograd berechnet werden. Alternativ kann ein Risikograd mit Hilfe eines Regressionsmodells unter Verwendung eines Proofergebnisses, Proofkosten, einer eigenen Fahrzeuggeschwindigkeit usw. als Merkmalsbetrag berechnet werden. Ein Gefahrenstelle kann auch dadurch, dass Literale, die den kostengünstigsten Proof bilden, mit Identifizierungsnamen korreliert werden, die den Literalen zugeordnet sind, die die logische Beobachtungsformel **D2** bilden, und durch eine Verwendung von Standortinformationen eines Objekts, die durch die über einen korrelierten Identifizierungsnamen identifizierten Beobachtungsinformationen spezifiziert werden, identifiziert werden.

[0046] Der Risikograderhalteabschnitt **12d** erhält einen Risikograd, der im Folgerungsergebnisinterpretationsabschnitt **12c** berechnet wird. Der Risikohandhabungssteuerungsabschnitt **12e** steuert die Risikohandhabungseinheit **4**, um eine Risikohandhabungsmaßnahme, wie z.B. ein Steuern des Fahrzeugs und ein Benachrichtigen des Fahrers über ein Risiko, wie vorstehend beschrieben, unter Verwendung eines Risikovorhersageergebnisses durchzuführen. Der Risikofaktorerhalteabschnitt **12f** erhält einen Risikofaktor, der ein Risiko verursachen kann. Der Darstellungssteuerabschnitt **12g** steuert die Darstellung von Informationen über einen Risikofaktor durch ein Steuern der Ausgabe eines Darstellungsbefehlssignals an das Informationsdarstellungssystem **5**.

[0047] Eine Funktion der vorstehenden Konfiguration wird nun anhand der **Fig. 9** bis **Fig. 11** beschrieben.

[0048] Die Steuerungseinheit **12** führt den Risikofaktordarstellungsprozess durch. Die Steuerungseinheit **12** startet den Risikofaktordarstellungsprozess, wenn eine Startbedingung des Risikofaktordarstellung erfüllt ist, z.B. wenn ein Zündschalter von AUS nach EIN geschaltet wird. Die Steuerungseinheit **12** kann bestimmen, dass die Startbedingung der Risikofaktordarstellung auch dann erfüllt ist, wenn z. B. eine Fahrzeuggeschwindigkeit auf eine bestimmte Geschwindigkeit ansteigt und dort bleibt oder diese überschreitet oder der Fahrer zusätzlich zum EIN-AUS-Schalten des Zündungsschalters eine vorbestimmte Funktion ausführt.

[0049] Wenn der der Risikofaktordarstellungsprozess beginnt, bestimmt die Steuerungseinheit **12**, ob der Folgerungsergebnisinterpretationsabschnitt **12c** ein Risiko identifiziert, das aus den gegenwärtigen Umgebungsbedingungen vorausgesagt wird (**S21**).

Wenn es bestimmt wird, dass der Folgerungsergebnisinterpretationsabschnitt **12c** ein aus den gegenwärtigen Umgebungsbedingungen vorausgesagtes Risiko identifiziert (**S21**: JA), erhält die Steuerungseinheit **12** einen Risikograd unter Verwendung des Risikograderhalteabschnitts **12d** (**S22**, entsprechend einem Risikogradgewinnungsschritt) verwendet, und bestimmt, ob die Risikohandhabungseinheit **4** eine Risikohandhabungsmaßnahme (**S23**) durchführt. Wenn bestimmt wird, dass die Risikohandhabungseinheit **4** eine Risikohandhabungsmaßnahme ausführt (**S23**: JA), bestimmt die Steuerungseinheit **12**, dass nun ein sicherheitsgefährdendes Ereignis für den Fahrer erkennbar ist und bestimmt, ob eine Endbedingung des Risikofaktordarstellungsprozesses erfüllt ist (**S28**), durch ein Überspringen von nachfolgend beschriebenen Schritte **S24** bis **S27**.

[0050] Währenddessen, wenn bestimmt wird, dass die Risikohandhabungseinheit **4** keine Risikohandhabungsmaßnahme durchführt (**S23**: NO), bestimmt die Steuerungseinheit **12**, dass ein die Sicherheit des Fahrers gefährdendes Ereignis nicht erkennbar ist und bestimmt, ob ein Risikograd gleich einem vorbestimmten Wert (**S24**) oder höher als dieser ist. Die Steuerungseinheit **12** bestimmt, ob ein Risikograd gleich dem vorbestimmten Wert oder größer als dieser ist, unter Verwendung z.B. eines Abstands zwischen einem Objekt, das ein die Sicherheit des Fahrers gefährdendes Ereignis konfiguriert, und dem eigenen Fahrzeug oder eine Bewegungsrichtung des Objekts verwendet. Wird beispielsweise bestimmt, dass ein Abstand zwischen dem Objekt und dem eigenen Fahrzeug kürzer als ein vorbestimmter Abstand ist oder sich das Objekt in eine Richtung bewegt, die dem eigenen Fahrzeug näher kommt, stellt die Steuerungseinheit **12**, dass ein Risikograd gleich dem vorbestimmten Wert oder höher als dieser ist. Wenn bestimmt wird, dass ein Grad eines Risikos gleich dem vorbestimmten Wert oder höher als dieser (**S24**: JA) ist, erhält die Steuerungseinheit **12** einen Risikofaktor durch Verwendung des Risikofaktorerhalteabschnitts **11f** (**S25**, entsprechend einem Risikofaktorgewinnungsschritt) und steuert das Informationsdarstellungssystem **5**, um Informationen, die das Vorhandensein eines Risikofaktors anzeigen, durch Ausgabe eines Darstellungsbefehlssignals an das Informationsdarstellungssystem **5** (**S26**, entsprechend einem Darstellungssteuerungsschritt) darzustellen.

[0051] Wenn bestimmt wird, dass zum Beispiel ein Abstand zwischen dem Objekt und dem eigenen Fahrzeug gleich dem vorbestimmten Abstand oder größer als dieser ist oder sich das Objekt in eine Richtung bewegt, um sich vom eigenen Fahrzeug wegzubewegen, bestimmt die Steuerungseinheit **12**, dass ein Risikograd kleiner als der vorbestimmte Wert ist. Wenn bestimmt wird, dass ein Risikograd

kleiner als der vorbestimmte Wert (**S24**: NO) ist, erhält die Steuerungseinheit **12** keinen Risikofaktor unter Verwendung des Risikofaktorerhalteabschnitts **11f** und steuert das Informationsdarstellungssystem **5**, um Informationen, die die Abwesenheit eines Risikofaktors anzeigen, durch eine Ausgabe eines Darstellungsanweisungssignals an das Informationsdarstellungssystem **5** (**S27**, entsprechend dem Darstellungssteuerungsschritt) darzustellen.

[0052] Die Steuerungseinheit **12** bestimmt, ob eine Endbedingung des Risikofaktordarstellung erfüllt ist (**S28**). Wenn bestimmt wird, dass die Endbedingung der Risikofaktordarstellung nicht erfüllt ist (**S28**: NO), kehrt der Fluss zu Schritt **S21** zurück, um Schritt **S21** und die folgenden Schritte zu wiederholen. Wenn bestimmt wird, dass die Endbedingung der Risikofaktordarstellung erfüllt ist (**S28**: JA), z.B. wenn der Zündungsschalter von EIN nach AUS geschaltet wird, beendet die Steuerungseinheit **12** die Risikofaktordarstellung. Die Steuerungseinheit **12** kann bestimmen, dass die Endbedingung der Risikofaktordarstellung auch dann erfüllt ist, wenn eine Fahrzeuggeschwindigkeit abnimmt und unter einer bestimmten Geschwindigkeit bleibt oder der Fahrer zusätzlich zum EIN-AUS-Schalten des Zündschalters eine vorbestimmte Funktion ausführt.

[0053] Wenn bestimmt wird, dass die Risikohandhabungseinheit **4** keine Risikohandhabung durchführt und ein Risikograd gleich oder höher als der vorbestimmte Wert ist, bestimmt die Steuerungseinheit **12**, dass eine Möglichkeit, dass ein sicherheitsgefährdendes Ereignis für den Fahrer erkennbar wird, relativ hoch ist, und zeigt Informationen über das Vorhandensein eines Risikofaktors an, wie es in **Fig. 10** dargestellt wird. In einem Beispiel von **Fig. 10** zeigt die Steuerungseinheit **12** ein Symbol **M** für das eigene Fahrzeug, ein Symbol **B** für ein Fahrrad als Risikofaktor, ein Symbol **A1** für eine Richtung, in der das Fahrrad als Risikofaktor vom eigenen Fahrzeug aus gesehen vorhanden ist, und ein Symbol **A2** für eine Bewegungsrichtung des eigenen Fahrzeugs. Dementsprechend wird der Fahrer darauf hingewiesen, dass ein Fahrrad als Risikofaktor nach kurzer Zeit (z.B. einige Sekunden später) vor dem eigenen Fahrzeug auf der linken Seite erscheint, bevor das Fahrrad tatsächlich vor dem eigenen Fahrzeug auf der linken Seite erscheint. Dadurch wird dem Fahrer ermöglicht, die Sichtlinie regelmäßig auf eine linke Fahrzeugfront zu richten und somit das Fahrzeug vorsichtig zu fahren, während er die Sichtlinie auf die linke Fahrzeugfront verlagert.

[0054] Wenn bestimmt wird, dass die Risikoeinheit **4** keine Risikohandhabung durchführt und ein Risikograd unter dem vorbestimmten Wert liegt, stellt die Steuerungseinheit **12**, dass eine Möglichkeit, dass ein sicherheitsgefährdendes Ereignis für den Fahrer erkennbar wird, relativ gering ist. Wie in **Fig. 11** dar-

gestellt, stellt die Steuerungseinheit **12** somit Hinweise auf das Fehlen eines Risikofaktors dar. In einem Beispiel von **Fig. 11** stellt die Steuerungseinheit **12** ein Symbol M für das eigene Fahrzeug dar, aber kein Symbol für einen Risikofaktor, stellt ein Symbol für eine Richtung, in der der Risikofaktor vom eigenen Fahrzeug aus gesehen vorhanden ist, dar oder stellt ein Symbol für eine Bewegungsrichtung des eigenen Fahrzeugs dar. Dementsprechend wird der Fahrer benachrichtigt, dass ein Risikofaktor für eine Weile (z.B. für einige Sekunden) nicht auftritt. Dadurch kann die Sichtlinie des Fahrers in Fahrtrichtung gehalten werden und der Fahrer kann ohne unnötige Bewegung der Sichtlinie fahren. Während die vorstehenden genannten Beispiele beschrieben haben, wo ein Fahrrad, das parallel zum eigenen Fahrzeug läuft, ein Risikofaktor ist, kann ein Fußgänger, der an einem Straßenrand entlang geht, ein anderes Fahrzeug, das sich dem eigenen Fahrzeug nähert, um zu überholen, usw. sein. Auch in einem solchen Fall gibt die Steuerungseinheit **12** auf die gleiche Weise Auskunft über das Vorhandensein eines Risikofaktors.

[0055] Die folgenden Vorabschnitte können durch die vorstehende beschriebene Ausführungsform erhalten werden.

[0056] Das Fahrassistenten Vorrichtung **2** stellt Informationen dar, die das Vorhandensein eines Risikofaktors anzeigen, während ein Risikograd gleich dem vorbestimmten Wert oder höher als dieser ist, obwohl das Risikohandhabungsgerät **4** keine Risikohandhabung durchführt, d. h. wenn ein die Sicherheit des Fahrers gefährdendes Ereignis nicht erkennbar ist. Durch ein Darstellen von Informationen, die das Vorhandensein eines Risikofaktors anzeigen, bevor ein die Sicherheit des Fahrers gefährdendes Ereignis sichtbar wird, kann die Sichtlinie des Fahrers in eine Richtung gelenkt werden, in der der Risikofaktor vorhanden ist. Das Fahrassistenten Vorrichtung **2** ist somit in der Lage, den Fahrer beim Fahren angemessen zu unterstützen, indem es ihm Tipps gibt, wie er sicher fahren kann.

[0057] Die Fahrerassistenten Vorrichtung **2** stellt Informationen dar, die das Fehlen eines Risikofaktors anzeigen, während ein Risikograd unter dem vorbestimmten Wert liegt. Durch ein Darstellen von Informationen, die das Fehlen eines Risikofaktors anzeigen, kann die Sichtlinie des Fahrers in Fahrtrichtung gehalten werden. Eine unerwünschte Situation, dass der Fahrer die Sichtlinie unnötig verschiebt, kann somit vermieden werden.

[0058] Obwohl die Offenbarung mit Bezug auf eine bevorzugte Ausführungsform davon beschrieben wurde, ist zu verstehen, dass die Offenbarung nicht auf die bevorzugte Ausführungsform und Konstruktionen beschränkt ist. Die Offenbarung soll verschiedene Modifikationen und gleichwertige Anordnungen

abdecken. Darüber hinaus sind die verschiedenen Kombinationen und Konfigurationen, die bevorzugt werden, andere Kombinationen und Konfigurationen, die mehr, weniger oder nur ein einziges Element, enthalten, ebenfalls im Sinne und Umfang der Offenbarung.

[0059] Die vorstehend beschriebene Konfiguration stellt eine Information dar, die das Fehlen eines Risikofaktors anzeigt, wenn bestimmt wird, dass die Risikohandhabungseinheit **4** keine Risikohandhabung durchführt und ein Risikograd als Beispiel niedriger als der vorbestimmte Wert ist. Alternativ können Informationen, die das Fehlen eines Risikofaktors anzeigen, nicht dargestellt werden, wenn bestimmt wird, dass die Risikohandhabungseinheit **4** keine Risikohandhabungsmaßnahme durchführt und ein Risikograd unter dem vorbestimmten Wert liegt.

[0060] Eine Bestimmung, ob ein Risikograd gleich dem vorbestimmten Wert oder höher als dieser ist, kann kontinuierlich erfolgen, nachdem die Informationen über das Vorhandensein eines Risikofaktors dargestellt wurden. In einem solchen Fall kann die Darstellung der dargestellten Informationen fortgesetzt werden, wenn der Risikograd gleich oder höher als der vorbestimmte Wert ist, und die dargestellten Informationen können gelöscht werden, wenn der Risikograd auf einen niedrigeren Wert als den vorbestimmten Wert sinkt.

[0061] In einem Fall, in dem mehrere Ereignisse mit relativ hoher Wahrscheinlichkeit gleichzeitig auftreten, können mehrere Symbole, die die jeweiligen Risikofaktoren darstellen, gleichzeitig dargestellt werden. So können z.B. an der rechten Fahrzeugfront und an der linken Fahrzeugfront unterschiedliche Symbole gleichzeitig dargestellt werden. Bei einer solchen Konfiguration kann die Sichtlinie des Fahrers regelmäßig nach rechts vorne und nach links gerichtet werden. So wird der Fahrer in die Lage versetzt, vorsichtig zu fahren, indem er die Blickrichtung auf die rechte Fahrzeugfront und die linke Fahrzeugfront richtet. In einem Fall, in dem mehrere Symbole für mehrere Risikofaktoren gleichzeitig dargestellt werden, können hohe und niedrige Risikograde auf unterscheidbare Weise dargestellt werden. Beispielsweise kann ein Symbol, das einen Risikofaktor mit einem relativ hohen Grad an Risiko darstellt, in Rot und ein Symbol, das einen Risikofaktor mit einem relativ niedrigen Grad an Risiko darstellt, in Gelb dargestellt werden.

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 2016074381 [0001]
- JP 2015106326 A [0004]

Zitierte Nicht-Patentliteratur

- Fuuto Yamamamoto, Naoya Inoue, Yotaro Watanabe, Naomi Okazaki und Kentaro Inui, „Backpropagation Learning for Weighted Abduction“, Journal of Information Processing Society of Japan, Vol.2012-NL-206, Mai 2012 [0026]
- Hobbs, Jerry R., Mark Stickel, Douglas Appelt und Paul Martin, 1993. „Interpretation als Entführung“, Künstliche Intelligenz, Band 63, Nr. 1-2, S. 69-142 [0034]

Patentansprüche

1. Fahrassistenzvorrichtung (2), aufweisend:
 einen Risikograderhalteabschnitt (12d), der einen Grad eines Risikos eines Ereignisses, das die Sicherheit eines Fahrers gefährdet, erhält, wenn ein Auftreten des Ereignisses vorausgesagt wird,
 einen Risikohandhabungssteuerungsabschnitt (12e), der die Durchführung einer Risikohandhabungsmaßnahme durch eine Risikohandhabungseinheit (4) gegen das Ereignis, das vorausgesagt wird, steuert,
 einen Risikofakterhalteabschnitt (12f), der einen Faktor erhält, der das Risiko als einen Risikofaktor verursacht, und
 einen Darstellungssteuerungsabschnitt (12g), der eine Darstellung von Informationen über den Risikofaktor steuert,
 wobei der Darstellungssteuerungsabschnitt Informationen, die ein Vorhandensein des Risikofaktors anzeigen, darstellt, wenn der Risikohandhabungssteuerungsabschnitt die Risikohandhabungseinheit steuert, um die Risikohandhabungsmaßnahme nicht auszuführen, und der Grad des Risikos gleich einem vorbestimmten Wert oder höher als dieser ist.

2. Fahrassistenzvorrichtung nach Anspruch 1, wobei:
 der Darstellungssteuerungsabschnitt als die Informationen, die das Vorhandensein des Risikofaktors anzeigen, ein Symbol, das den Risikofaktor darstellt, und ein Symbol, das eine Richtung darstellt, in der der Risikofaktor aus Sicht eines eigenen Fahrzeug vorhanden ist, darstellt.

3. Fahrassistenzvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei:
 der Darstellungssteuerungsabschnitt Informationen, die eine Abwesenheit des Risikofaktors anzeigen, darstellt, wenn der Risikohandhabungssteuerungsabschnitt die Risikohandhabungseinheit steuert, um die Risikohandhabungsmaßnahme nicht auszuführen, und der Grad des Risikos niedriger als der vorbestimmte Wert ist.

4. Fahrassistenzprogramm, das von einer Steuerungseinheit (12) einer Fahrassistenzvorrichtung (2) ausgeführt wird, wobei die Fahrassistenzvorrichtung eine Risikohandhabungseinheit (4) enthält, die eine Risikohandhabungsmaßnahme gegen ein Ereignis, das die Sicherheit eines Fahrers gefährdet, ausführt, wenn ein Auftreten des Ereignisses vorausgesagt wird,
 wobei das Fahrassistenzprogramm Anweisungen zur Durchführung aufweist:
 einen Risikograderhalteschritt, der einen Grad des Risikos eines Ereignisses, das die Sicherheit des Fahrers gefährdet, erhält, wenn das Auftreten des Ereignisses vorausgesagt wird,

einen Risikofakterhalteschritt, der einen Faktor erhält, der das Risiko als einen Risikofaktor verursacht, und
 einen Darstellungssteuerungsschritt, der Informationen, die ein Vorhandensein des Risikofaktors anzeigen, darstellt, wenn die Risikohandhabungsmaßnahme gegen das vorausgesagte Ereignis nicht ausgeführt wird und der Grad des Risikos gleich einem vorbestimmten Wert oder höher als dieser ist.

5. Das Fahrassistenzprogramm nach Anspruch 4, wobei:
 im Darstellungssteuerungsschritt Informationen, die ein Fehlen des Risikofaktors anzeigen, dargestellt werden, wenn die Risikohandhabungsmaßnahme gegen das vorausgesagte Ereignis nicht ausgeführt wird und der Grad des Risikos unter dem vorbestimmten Wert liegt.

6. Computerlesbares, nicht-flüchtiges Speichermedium, in dem das Fahrassistenzprogramm nach Anspruch 4 oder 5 gespeichert ist.

Es folgen 10 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

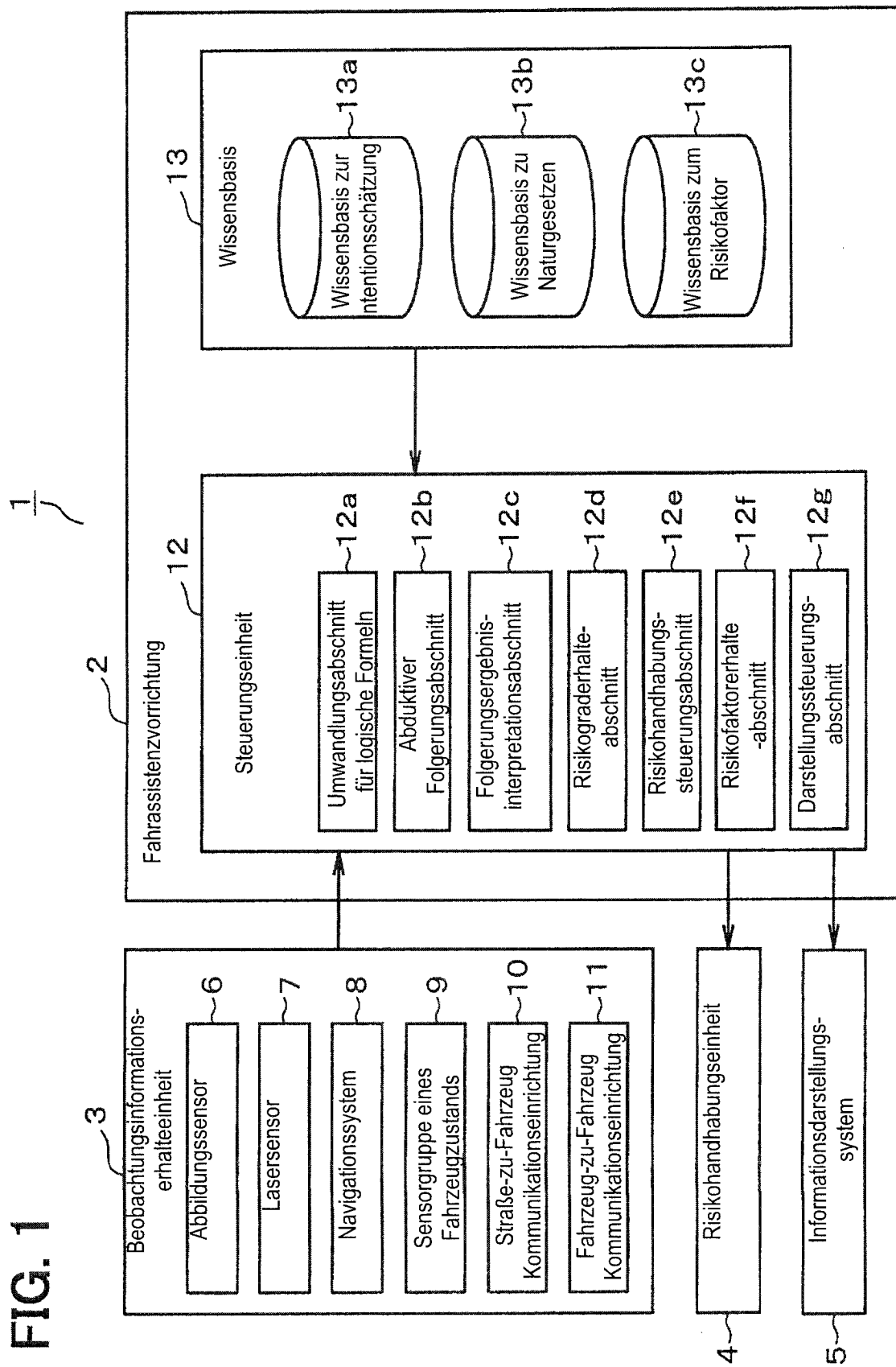


FIG. 2

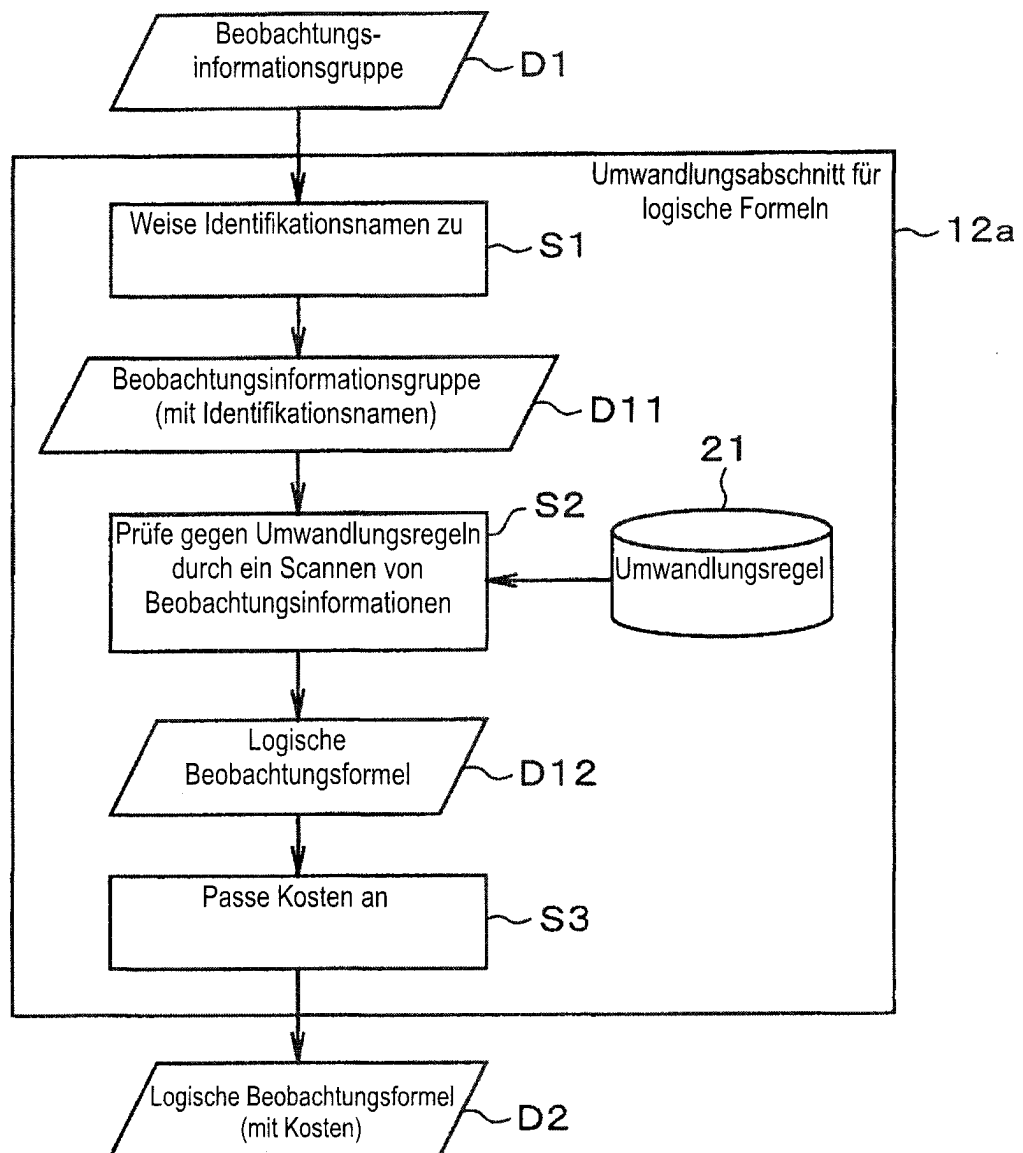


FIG. 3A

Objekterkennungsergebnis	Logische Konstante
Wand	W
Ball 1	B

FIG. 3B

Wetter- und Straßenbedingungen

Beobachtungsbeispiel	Ausgabe logischer Formel (Literal)
Regnen	Regnerisch (Ort)
Zeit in der Nacht	dunkel (Ort)
Straße mit einer Kreuzung	Kreuzung (C)

Attribute von Objekt

Beobachtungsbeispiel	Ausgabe logischer Formel (Literal)
X ist Auto	Auto (X)
Y ist Person	Person (Y)
Y hat einen offenen Regenschirm	mit-Regenschirm (Y)

Positionsbeziehung zwischen Objekten

Beobachtungsbeispiel	Ausgabe logischer Formel (Literal)
Y ist vor X	vor(Jetzt,Y,X)
Y ist auf Kreuzung C	auf(Jetzt,Y,C)
Y ist näher an der Kreuzung C als X	ist-näher-an(Now,C,Y,X)

FIG. 4

Beispiele, wie Kosten zugewiesen werden (Stelle Antiproportionalität zu Zuverlässigkeit ein)

Beobachtungsbeispiel	Zuverlässigkeit von Erkennung	Ausgabe logischer Formel
X ist Auto	100%	Auto(X) ^{s1}
Y ist Person	50%	Person(Y) ^{s2}
Y hat einen offenen Regenschirm	25%	mit-Regenschirm (Y) ^{s4}

FIG. 5

Wissensbasis von Intentionsschätzung

Arten von Wissen	Beispiele	Logische Formel
Beziehung zwischen Intention und Intention	Wenn ein Fahrer die Intention hat, links abzubiegen (rechts), hat der Fahrer auch die Intention, langsamer zu werden	$\forall x \text{ wird-links-abbiegen}(x)^{1,2} \rightarrow \text{wird-langsam-werden}(x)$
Beziehung zwischen Intention und Zustand	Wenn das linke Rücklicht an ist, hat der Fahrer die Intention, links abzubiegen	$\forall x \text{ wird-links-abbiegen}(x)^{1,2} \rightarrow \text{linkes-Rücklicht-an}(x)$
Beziehung zwischen Intention und Straßenumgebung	• Wenn sich eine Pfütze vorne bildet, hat der Fahrer die Intention, eine vermeidende Handlung auszuführen • Toter Winkel wird bei Nacht oft erzeugt	$\forall x, p \text{ vor}(\text{Jetzt}, p, x)^{0,6} \wedge \text{Pfütze}(p)^{0,6} \rightarrow \text{wird-vermeiden}(x)$
Beziehung zwischen Intention und Positionsbeziehung	• Wenn Ort eines Mittels in Zukunft mit dem Ort des Fahrer überlappt, wird einer eine vermeidende Handlung ausführen • Wenn ein Mittel eine Intention hat, rechts abzubiegen, wird das Fahrzeug des Mittels in Zukunft vor dem eigenen Fahrzeug rechts sein	$\forall x, y, l \text{ an}(\text{Zukunft}, x, l)^{0,6} \wedge \text{an}(\text{Zukunft}, y, l)^{0,6} \rightarrow \text{wird-vermeiden}(x)$ $\forall x, y, l \text{ wird-rechts-abbiegen}(x)^{0,5} \wedge \text{rechts-vorne-von}(\text{Jetzt}, l, x)^{0,6} \rightarrow \text{an}(\text{Zukunft}, l, x)$
Beziehung zwischen Intention und (Positionsbeziehung + Objektart)	Wenn ein schweres Fahrzeug vorausfährt, führt der Fahrer eine vermeidende Handlung aus	$\forall t, x \text{ vor}(\text{Jetzt}, p, x)^{0,6} \wedge \text{schwer}(t)^{0,6} \rightarrow \text{wird-vermeiden}(x)$

FIG. 6

Wissensbasis von Naturgesetzen

Garantie von Konsistenz (Konzept)	Natur von Erwachsenen und Natur von Kind sind nicht zur gleichen Zeit hergestellt	$\forall x \text{ Erwachsener}(x) \wedge \text{Kind}(x) \rightarrow \perp$
Garantie von Konsistenz (Ort)	• Auto kann nicht auf verschiedene Spuren zur gleichen Zeit gehören • Wenn X links von Y ist, kann X nicht rechts von Y sein	$\forall x \text{ an}(x, \text{MeineSpur}) \wedge \text{an}(x, \text{EntgegengesetzteSpur}) \rightarrow \perp$ $\forall x, y \text{ links-von}(x, y) \wedge \text{rechts-von}(x, y) \rightarrow \perp$
Hoch-tief-Anweisungsbeziehung zwischen Konzepten	LKW ist ein Fahrzeug	$\forall x \text{ Auto}(x)^{1,2} \rightarrow \text{Fahrzeug}(x)$
Physikalische Gesetze	Mittel bewegt sich vorwärts	$\forall x, l \text{ Mittel}(x)^{0,6} \wedge \text{vor}(\text{Jetzt}, l, x)^{0,6} \rightarrow \text{an}(\text{Zukunft}, x, l)$
Positionsbeziehung und Sichtbarkeit	Abschirmendes Objekt ist zwischen zwei Mitteln, die zu zueinander unsichtbar sind, vorhanden	$\forall x, y \text{ unsichtbar-zu}(\text{Jetzt}, x, y)^{1,2} \rightarrow \exists z \text{ zwischen}(\text{Jetzt}, z, x, y)$
Objekt-zu-Objekt-Beziehung	• Kind (folgt Fußball Spielt in Park Lläuft zu Mutter) • Taxi stoppt vor Person	$\forall x, y \text{ Kind}(x)^{0,6} \wedge \text{folgt}(x, y)^{0,6} \rightarrow \text{Fußball}(y)$ $\forall x \text{ Taxi}(x)^{0,4} \wedge \text{Person}(y)^{0,4} \wedge \text{links-vor}(\text{Jetzt}, x, y)^{0,4} \rightarrow \text{wird anhalten}(x)$

FIG. 7

Wissensbasis für Risikofaktoren

Kollision	Im Fall, dass Objekt an deiner Position in Zukunft vorhanden ist, stellt das Objekt ein Risiko dar	$\forall x, y, l \text{ an}(\text{Zukunft}, x, l)^{0.6} \wedge \text{an}(\text{Zukunft}, y, l)^{0.6} \rightarrow \text{Risiko}(r, x)$
Intention	Im Fall, bei dem ein Objekt, das (langsamer werden (links abbiegen) will, vor dir ist, stellt das Objekt ein Risiko dar	$\forall x, y, l \text{ vor}(\text{Jetzt}, x, y)^{0.6} \wedge \text{wird-anhalten}(y)^{0.6} \rightarrow \text{Risiko}(r, x)$
Unsichtbares Objekt	Im Fall, dass ein Objekt, das zu dir unsichtbar ist, hervorschnellt, stellt das Objekt ein Risiko dar	$\forall x, y, l \text{ unsichtbar-zu}(\text{Jetzt}, x, y)^{0.6} \wedge \text{wird-vorschnellen}(y)^{0.6} \rightarrow \text{Risiko}(r, x)$

FIG. 8

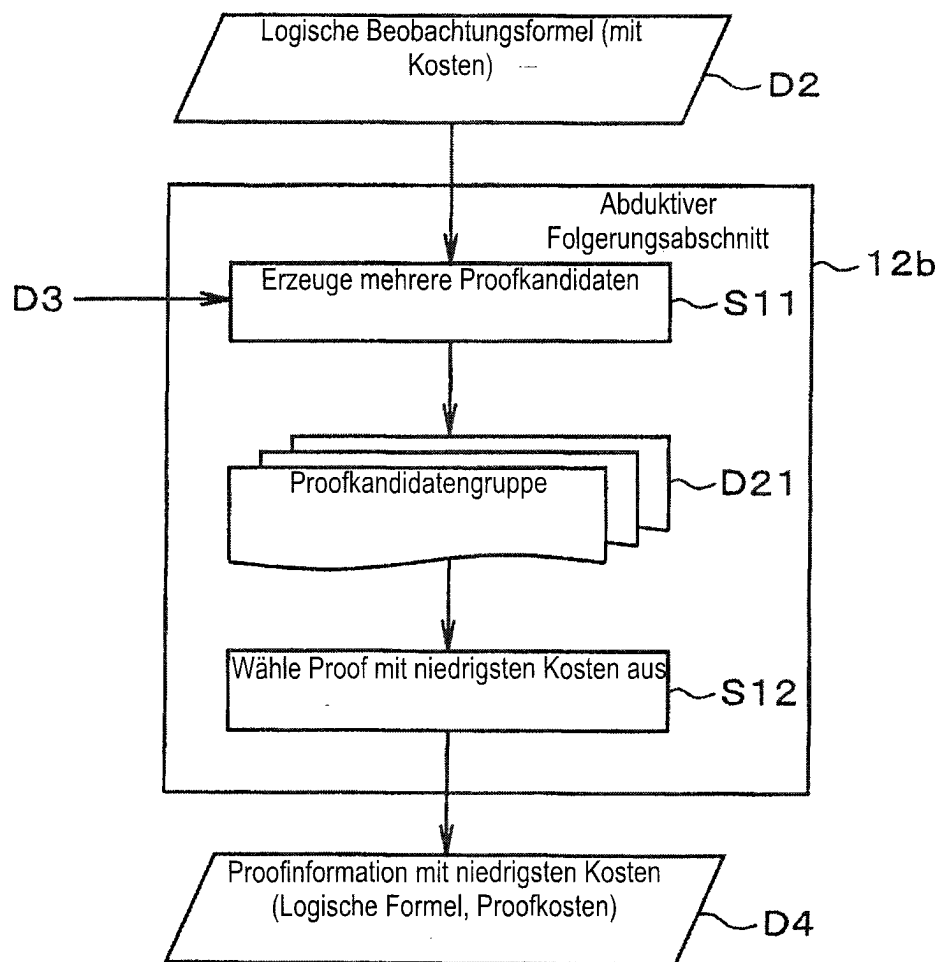


FIG. 9

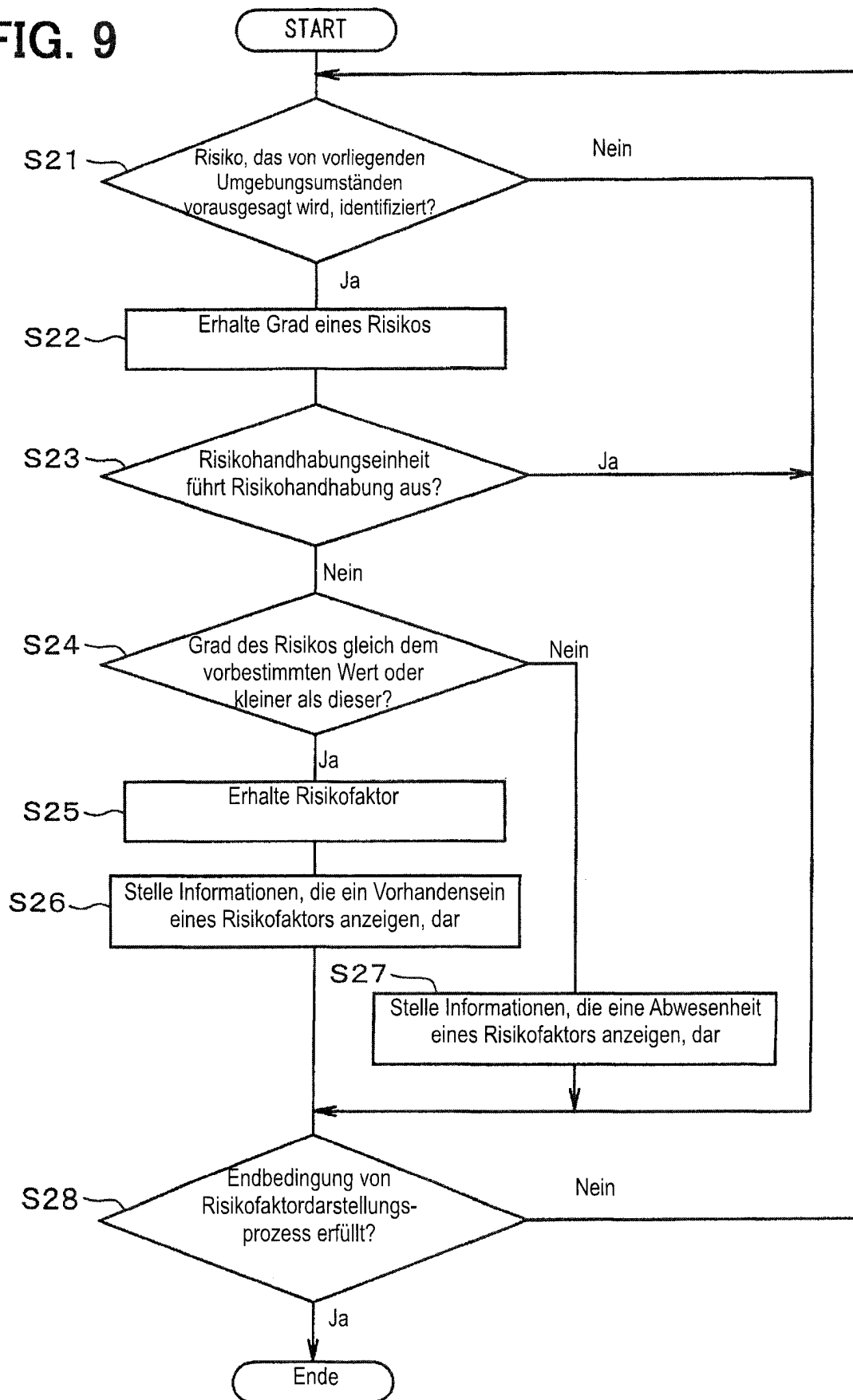


FIG. 10

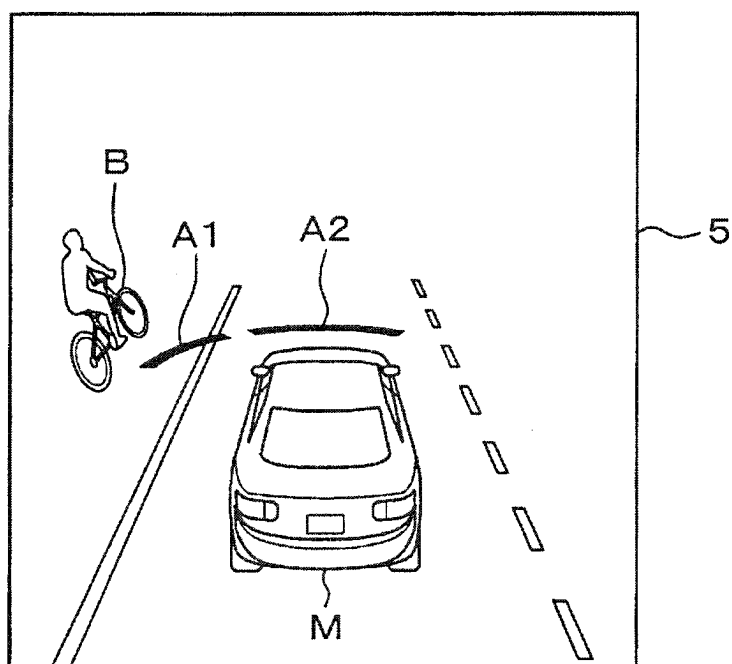


FIG. 11

