



(10) **DE 10 2015 100 316 B4** 2018.05.17

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2015 100 316.3**
(22) Anmeldetag: **12.01.2015**
(43) Offenlegungstag: **16.07.2015**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **17.05.2018**

(51) Int Cl.: **G05D 1/02** (2006.01)
G08G 1/16 (2006.01)
B60W 30/08 (2012.01)
B60W 40/02 (2006.01)
G01C 21/26 (2006.01)
G08G 1/0968 (2006.01)
B60W 30/00 (2006.01)
B60W 30/12 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
14/156,893 **16.01.2014** **US**

(73) Patentinhaber:
**TOYOTA MOTOR ENGINEERING &
MANUFACTURING NORTH AMERICA INC.,
Erlanger, Ky., US**

(74) Vertreter:
**KUHNEN & WACKER Patent- und
Rechtsanwaltsbüro PartG mbB, 85354 Freising,
DE**

(72) Erfinder:
**Nagasaka, Naoki, Ann Arbor, Mich., US; Sakai,
Katsuhiko, Ann Arbor, Mich., US; Okumura,
Bunyo, Ann Arbor, Mich., US; Harada, Masahiro,
Novi, Mich., US; Kamata, Nobuhide, Ann Arbor,
Mich., US**

(56) Ermittelter Stand der Technik:
DE **10 2012 203 187** **A1**
US **7 124 027** **B1**

(54) Bezeichnung: **Planungseinrichtung für ein Seitwärtsmanöver für ein automatisiertes Fahrsystem**

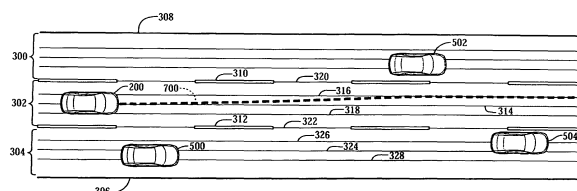
(57) Hauptanspruch: Computerimplementiertes Verfahren zum automatisierten Fahren, aufweisend:

Bestimmen einer Mehrzahl möglicher Fahrwege (314, 316, 318, 320, 322, 324, 326, 328; 416, 418, 420, 422) in einer Spur entlang eines Abschnitts einer Navigationsroute, den das Fahrzeug (200) noch nicht erreicht hat, basierend auf spezifischen Informationen über die das Fahrzeug (200) umgebende Umgebung;

Wenn das Fahrzeug (200) den Abschnitt der Navigationsroute erreicht hat, Empfangen einer Angabe, die eines oder mehrere Objekte, die in der Nähe der Mehrzahl möglicher Fahrwege (314, 316, 318, 320, 322, 324, 326, 328; 416, 418, 420, 422) sind, als Objekt von Interesse klassifiziert, basierend auf einer Eingabe von einem oder mehreren Sensoren (116), die an dem Fahrzeug (200) angeordnet sind;

Auswählen eines bevorzugten Fahrwegs aus der Mehrzahl möglicher Fahrwege (314, 316, 318, 320, 322, 324, 326, 328; 416, 418, 420, 422), der einen Grenzabstand zu dem einen oder den mehreren Objekten von Interesse beibehält, basierend auf Eigenschaften des einen oder der mehreren Objekte von Interesse; und

Ausgeben einer Anweisung an eines oder mehrere Fahrzeugsysteme, um das Fahrzeug (200) zu steuern, dass es von seinem augenblicklichen Weg wechselt und dem bevorzugten Fahrweg entlang der Navigationsroute folgt.



Beschreibung**HINTERGRUND**

[0001] Teilautomatisierte oder überwachte Fahrsysteme wurden entwickelt, um Fahrer bei der sicheren und effizienten Bedienung eines Fahrzeugs auf der Straße zu unterstützen, indem beispielsweise Technologien wie die Augenverfolgung des Fahrers zum Ausgeben einer Warnung, wenn der Fahrer unaufmerksam wird, die Spurverfolgung des Fahrzeugs, zum Ausgeben einer Warnung an den Fahrer, wenn das Fahrzeug seine Spur verlässt, und die Steuerung der Fahrzeuggeschwindigkeit basierend auf dem Abstand zu einem sich vor dem Fahrer befindlichen Fahrzeug, wenn der Abstandsregeltempomat (Adaptive Cruise Control, ACC) durch den Fahrer aktiviert wurde, genutzt werden. Vollautomatisierte Fahrsysteme wurden entwickelt, um ein Fahrzeug auf der Straße ohne Interaktion des Fahrers oder eine externe Steuerung zu bedienen, beispielsweise selbstfahrende Fahrzeuge.

[0002] US 7 124 027 B1 beschreibt ein Sensorverarbeitungssystem, das an einem Fahrzeug montiert ist. Das System nutzt Sensoren, um Objekte zu erfassen, die eine mögliche Bedrohung für das Fahrzeug darstellen können. Ein Objektklassifizierungsmodul sendet Objektklassifizierungsdaten an ein Szenenerfassungsmodul, das den Weg des Fahrzeugs vorhersagt. Die Vorhersage des Wegs des Fahrzeugs dient dabei dazu, die Bedrohung des Objekts einzuschätzen.

[0003] DE 10 2012 203 187 A1 beschreibt ein Fahrzeug mit Umgebungssensoren zur Ermittlung von Informationen über Objekte und Fahrzeugsensoren zum Ermitteln des fahrdynamischen Zustandes des Fahrzeugs. Als Ausweichroute für ein Objekt wird eine Bewegungstrajektorie als Schnittmenge aus den situativ notwendigen Bewegungstrajektorien und den physikalisch möglichen Bewegungstrajektorien ermittelt. Alternativ zur Berücksichtigung des gesamten Lösungsraums wird eine endliche Anzahl an vordefinierten Bewegungstrajektorien für sämtliche Fahrsituationen im Voraus bestimmt und gespeichert. Situationsabhängig wird anschließend die am besten geeignete Bewegungstrajektorie verwendet.

KURZFASSUNG

[0004] Ein automatisiertes Fahrsystem kann als System bezeichnet werden, das ein Fahrzeug auf einer Straße ohne Interaktion des Fahrers bedienen kann. Das hier beschriebene automatisierte Fahrsystem kann das Fahrzeug autonom basierend auf physikalischen Merkmalen der das Fahrzeug umgebenden Fahrumgebung bedienen. Die physikalischen Merkmale der Fahrumgebung können sowohl eine Navigationsroute umfassen, der das Fahrzeug

basierend auf Karteninformationen folgen soll, als auch relevante Objekte von Interesse, wie beispielsweise andere Fahrzeuge, die einen Einfluss darauf haben, welcher vorgegebene mögliche Fahrweg entlang der Navigationsroute als bevorzugter Fahrweg, dem das Fahrzeug folgen soll, gesehen wird. Nur die für die Navigationsroute des Fahrzeugs am meisten relevanten Objekte müssen bei der Auswahl des bevorzugten Fahrwegs berücksichtigt werden.

[0005] Das erfindungsgemäße computerimplementierte Verfahren zum automatisierten Fahren folgende Verfahrensschritte auf: Bestimmen einer Mehrzahl möglicher Fahrwege in einer Spur entlang eines Abschnitts einer Navigationsroute, den das Fahrzeug noch nicht erreicht hat, basierend auf spezifischen Informationen über die das Fahrzeug umgebende Umgebung; Wenn das Fahrzeug den Abschnitt der Navigationsroute erreicht hat, Empfangen einer Angabe, die eines oder mehrere Objekte, die in der Nähe der Mehrzahl möglicher Fahrwege sind, als Objekt von Interesse klassifiziert, basierend auf einer Eingabe von einem oder mehreren Sensoren, die an dem Fahrzeug angeordnet sind; Auswählen eines bevorzugten Fahrwegs aus der Mehrzahl möglicher Fahrwege, der einen Grenzabstand zu dem einen oder den mehreren Objekten von Interesse beibehält, basierend auf Eigenschaften des einen oder der mehreren Objekte von Interesse; und Ausgeben einer Anweisung an eines oder mehrere Fahrzeugsysteme, um das Fahrzeug zu steuern, dass es von seinem augenblicklichen Weg wechselt und dem bevorzugten Fahrweg entlang der Navigationsroute folgt.

[0006] Gemäß einer Ausgestaltung wird ein automatisiertes Fahrsystem geschaffen. Das System hat: einen oder mehrere Sensoren, die an einem Fahrzeug angeordnet sind, und eine Berechnungsvorrichtung, die mit dem einen oder den mehreren Sensoren kommuniziert. Die Berechnungsvorrichtung hat: einen oder mehrere Prozessoren zum Steuern der Vorgänge der Berechnungsvorrichtung und einen Speicher zum Speichern von Daten und Programmanweisungen, die von dem einen oder den mehreren Prozessoren verwendet werden. Der eine oder die mehreren Prozessoren sind derart ausgestaltet, um in dem Speicher hinterlegte Anweisungen auszuführen, um das erfindungsgemäße computerimplementierte Verfahren zum automatisierten Fahren auszuführen.

[0007] Gemäß einer anderen Ausgestaltung wird eine Berechnungsvorrichtung geschaffen. Die Berechnungsvorrichtung hat: einen oder mehrere Prozessoren zum Steuern der Vorgänge der Berechnungsvorrichtung und einen Speicher zum Speichern von Daten und Programmanweisungen, die von dem einen oder den mehreren Prozessoren verwendet werden. Der eine oder die mehreren Prozessoren sind derart ausgestaltet, um in dem Speicher hinterlegte

Anweisungen auszuführen, um das erfindungsgemäße computerimplementierte Verfahren zum automatisierten Fahren auszuführen.

Figurenliste

[0008] Die nachfolgende Beschreibung bezieht sich auf die beigefügte Zeichnung, wobei gleiche Bezugszeichen in den verschiedenen Ansichten durchgehend gleiche Teile bezeichnen; hierbei zeigt:

Fig. 1 eine Blockansicht einer Berechnungsvorrichtung zum Verwirklichen eines automatisierten Fahrsystems;

Fig. 2 eine schematische Ansicht eines Fahrzeugs mit der Berechnungsvorrichtung aus **Fig. 1**;

Fig. 3 einen beispielhaften Abschnitt einer Navigationsroute, die von dem Fahrzeug aus **Fig. 2** befahren wird, und einen Beispielsatz von möglichen Fahrwegen entlang des Abschnitts der Navigationsroute;

Fig. 4 einen anderen beispielhaften Abschnitt der Navigationsroute, die von dem Fahrzeug aus **Fig. 2** befahren wird, und einen anderen Beispielsatz von möglichen Fahrwegen entlang des Abschnitts der Navigationsroute

Fig. 5 eine Mehrzahl von Objekten, die sich in der Nähe von dem Satz möglicher Fahrwege aus **Fig. 3** und dem Fahrzeug aus **Fig. 2** befinden;

Fig. 6 eine Mehrzahl von Objekten, die sich in der Nähe von dem Satz möglicher Fahrwege aus **Fig. 4** und dem Fahrzeug aus **Fig. 2** befinden;

Fig. 7 ein Beispiel eines bevorzugten Fahrwegs, der aus dem Satz möglicher Fahrwege aus **Fig. 3** durch die Mehrzahl von in der Nähe befindlichen Objekten in **Fig. 5** gehend gewählt wurde;

Fig. 8 ein Beispiel eines bevorzugten Fahrwegs, der aus dem Satz möglicher Fahrwege aus **Fig. 4** durch die Mehrzahl von in der Nähe befindlichen Objekten in **Fig. 6** gehend gewählt wurde; und

Fig. 9 ein logisches Flusschaubild eines Prozesses, der von dem automatisierten Fahrsystem ausgeführt wird.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

[0009] Ein automatisiertes Fahrsystem für ein Fahrzeug wird offenbart. Zum autonomen Betreiben des Fahrzeugs kann das automatisierte Fahrsystem derart ausgestaltet sein, dass es basierend auf spezifischen Informationen über die das Fahrzeug umgebende Umgebung einen oder mehrere mögliche Fahrwege für das Fahrzeug bestimmt, um entlang einer Navigationsroute zu fahren, beispielsweise ba-

sierend auf Karteninformationen und Spurinformatio-nen. Das automatisierte Fahrsystem kann ferner derart ausgestaltet sein, um Anzeigen zu empfangen, die eines oder mehrere Objekte in der Nähe des Fahrzeugs, basierend auf der Eingabe von Sensoren, die am Fahrzeug angeordnet sind, als Objekte von Interesse klassifizieren. Basierend auf den Eigenschaften der Objekte von Interesse, beispielsweise der relativen Position und Geschwindigkeit der Objekte von Interesse bezüglich des Fahrzeugs, kann das automati-sierte Fahrsystem einen bevorzugten Fahrweg aus dem einen oder den mehreren möglichen Fahrwegen wählen und eine Anweisung zum Steuern des Fahrzeugs ausgeben, um dem bevorzugten Fahrweg zu folgen.

[0010] **Fig. 1** ist eine Blockansicht einer Berechnungsvorrichtung **100** zur Ausbildung des automati-sierten Fahrsystems. Die Berechnungsvorrichtung **100** kann jede Art von in einem Fahrzeug installierter Handheld-, Desktop- oder andere Art einer einzelnen Berechnungsvorrichtung sein, oder kann aus mehreren Berechnungsvorrichtung bestehen. Die Verarbeitungseinheit in der Berechnungsvorrichtung kann ein herkömmlicher Prozessor (CPU) **102** sein, jede andere Art von Vorrichtung, oder mehrere Vorrichtungen, die in der Lage sind, Informationen zu manipulieren oder zu bearbeiten. Der Speicher **104** in der Berechnungsvorrichtung kann ein Arbeitsspeicher (RAM) sein oder jede andere geeignete Art von Speichervorrichtung. Der Speicher **104** kann Daten **106** enthalten, auf welche die CPU über einen Bus **108** zugreifen kann.

[0011] Der Speicher **104** kann auch ein Betriebssystem **110** sowie installierte Anwendungen **112** enthalten, wobei die installierten Anwendungen **112** Programme aufweisen, welche es der CPU **102** ermöglichen, die nachfolgend beschriebenen automatischen Fahrverfahren auszuführen. Die Berechnungsvorrichtung **100** kann auch sekundäre, zusätzliche oder externe Speicher **114** umfassen, beispielsweise eine Speicherkarte, ein Flashdrive oder andere computerlesbare Medien. Die installierten Anwendungen **112** können als Ganzes oder teilweise auf dem externen Speicher **114** hinterlegt sein und bei Bedarf in den Speicher **104** geladen werden.

[0012] Die Berechnungsvorrichtung **100** kann auch mit einem oder mehreren Sensoren **116** gekoppelt sein. Die Sensoren **116** können Daten und/oder Signale zum Verarbeiten durch eine Trägheitsmess-einheit (IMU), ein Koppelnavigationssystem (dead-reckoning system), ein globales Satellitennavigati-onssystem (GNSS), ein optisches Abstands- und Geschwindigkeitsmesssystem (LIDAR), ein Radarsystem, ein Sonarsystem, ein bildbasiertes Sensorsystem oder jede andere Art von System umfassen, die in der Lage sind, Informationen die für die das Fahrzeug umgebende Umgebung spezifisch sind, zu er-

fassen, einschließlich Informationen, die für Objekte spezifisch sind, wie beispielsweise andere Fahrzeuge, die in der Nähe der Navigationsroute des Fahrzeugs sind, Fußgänger, Merkmale der vom Fahrzeug gefahrenen Route oder andere lokalisierte Positionsdaten und/oder Signale, sowie entsprechende Daten und/oder Signale an die CPU **102** auszugeben.

[0013] Die Sensoren **116** können auch Daten erfassen, die Änderungen in x-, y- und z-Achsenpositionen, der Geschwindigkeit, der Beschleunigung, dem Rotationswinkel und der Rotationswinkelgeschwindigkeit des Fahrzeugs anzeigen, sowie ähnliche Daten von Objekten in der Nähe der Navigationsroute des Fahrzeugs. Wenn die Sensoren **116** Daten für das Koppelnavigationssystem erfassen können Daten bezüglich der Raddrehzahlen, der Fahrstrecke, dem Lenkwinkel und der Lenkwinkeländerungsgeschwindigkeit ermittelt werden. Wenn die Sensoren **116** Signale für ein GNSS erfassen, kann ein Empfänger die Fahrzeugposition und Geschwindigkeit in globalen Koordinaten ermitteln. Eine Mehrzahl von Satelliten kann zum Ermitteln der Fahrzeugposition und Geschwindigkeit unter Verwendung einer dreidimensionalen Triangulation und Zeitermittlung verwendet werden.

[0014] Wenn die Sensoren **116** Daten für ein LIDAR-System erfassen, können Ortungsdaten hinsichtlich der Intensität oder des Reflexionsgrades von Rückgaben der das Fahrzeug umgebenden Umgebung ermittelt werden. In den nachfolgend beschriebenen Beispielen können die Sensoren **116** zumindest erfassen: Daten für ein Koppelnavigationssystem oder ein anderes System, das die Fahrzeuggeschwindigkeit, die Beschleunigung, die Verzögerung, die Position und die Ausrichtung ermittelt; Signale für ein GNSS oder ein anderes System, das die Fahrzeugposition und -geschwindigkeit ermittelt; und Daten für ein LIDAR-System oder ein anderes System, das die Fahrzeugentfernung zu Spurlinien (z.B. Fahrbahnoberflächenmarkierungen oder Streckenbegrenzungen), Hindernissen, Objekten oder andere Umgebungsmerkmale einschließlich Ampeln und Verkehrszeichen misst.

[0015] Die Berechnungsvorrichtung **100** kann auch mit einem oder mehreren Fahrzeugsystemen **118** gekoppelt sein. Die Fahrzeugsysteme **118** können verschiedene Fahrzeugcontroller und Aktuatoren umfassen. Jeder Fahrzeugcontroller kann derart ausgestaltet sein, um Anweisungen an einen oder mehrere Fahrzeugaktuatoren auszugeben. Beispielsweise kann ein Fahrzeugcontroller ein Antriebscontroller sein, der derart ausgestaltet ist, um eine Anweisung an einen Fahrzeugaktor, beispielsweise eine Maschinendrossel auszugeben, um die Position der Drosselklappe basierend auf der Position eines Gaspedals zu verändern. Bei einem anderen Beispiel können die Fahrzeugaktuatoren Teil eines Traktionssteuersystems oder eines Hybridsteuersystems

sein. Als anderes Beispiel kann ein Fahrzeugcontroller ein elektronisches Stabilitätsprogramm sein, das derart ausgestaltet ist, um eine Anweisung auszugeben, um eine der vorderen oder hinteren Bremsen zu aktivieren, wenn eine mehr oder weniger starke Gierbewegung (Drehung um die Fahrzeugvertikalachse), als für den augenblicklichen Lenkwinkel optimal wäre, erfasst wird. Die Fahrzeugsysteme **118** können auch mit den Sensoren **116** verbunden sein, wobei die Sensoren **116** derart ausgestaltet sind, um Daten zu erfassen, welche die Leistung der Fahrzeugsysteme **118** anzeigen.

[0016] Bei der beispielhaften Berechnungsvorrichtung **100** aus **Fig. 1** umfassen die im Speicher **104** hinterlegten Anwendungen zumindest einen Datenanalysierer **120** und einen Wegplaner **122**. Eine jeder dieser Anwendungen **112** wird nachfolgend im Detail beschrieben. Grundsätzlich können die durch die Sensoren **116** ermittelten Daten von einer oder mehrerer dieser Anwendungen **112** verwendet werden, um die das Fahrzeug umgebende Umgebung zu verstehen, einen oder mehrere möglichen Fahrwege zur autonomen Bedienung des Fahrzeugs entlang einer Navigationsroute für das Fahrzeug zu planen, die Positionsgenauigkeit des Fahrzeugs zu verbessern und Anweisungen an die verschiedenen Fahrzeugsysteme **118** auszugeben, um die augenblickliche Betriebseigenschaften des Fahrzeugs zu verändern.

[0017] **Fig. 2** zeigt schematisch ein Fahrzeug **200** mit der Berechnungsvorrichtung **100** aus **Fig. 1**. Die Berechnungsvorrichtung **100** kann in dem Fahrzeug **200** angeordnet sein, wie in **Fig. 2** dargestellt ist, oder kann entfernt vom Fahrzeug **200** an einer alternativen Stelle angeordnet sein (nicht dargestellt). Wenn die Berechnungsvorrichtung **100** entfernt vom Fahrzeug angeordnet ist, kann das Fahrzeug **200** die Fähigkeit umfassen, mit der Berechnungsvorrichtung **100** zu kommunizieren.

[0018] Das Fahrzeug **200** kann auch eine Mehrzahl von Sensoren umfassen, beispielsweise die Sensoren **116**, die bezugnehmend auf **Fig. 1** beschrieben wurden. Einer oder mehrerer der Sensoren **116** kann derart ausgestaltet sein, um Änderungen der Geschwindigkeit, der Beschleunigung, der Raddrehzahl und der Entfernung zu Objekten innerhalb der das Fahrzeug umgebenden Umgebung zu erfassen, die von der Berechnungseinrichtung **100** verwendet werden, um die Position und Ausrichtung des Fahrzeugs zu bestimmen, den Lenkwinkel für das Koppelnavigationssystem, Bilder zur Verarbeitung durch einen Bildsensor, die Fahrzeugposition in globalen Koordinaten basierend auf Signalen von einer Mehrzahl von Satelliten, oder jede andere Art von Daten und/oder Signalen, die dazu verwendet werden könnten, den augenblicklichen Zustand des Fahrzeugs zu bestimm-

men, um die Position des Fahrzeugs **200** bezüglich dessen Umgebung zu bestimmen.

[0019] Wenn beispielsweise die Sensoren **116** derart ausgebildet sind, um Daten zur Verwendung in einem LIDAR-System aufzunehmen, können die Sensoren **116** Daten von Laserrückgaben von physikalischen Objekten im Bereich um das Fahrzeug **200** erfassen, wobei die Entfernungen durch das Messen der Zeit, die es braucht bis das Signal zum Sensor **116** zurückkommt, berechnet werden. Die Laserrückgaben können zurückgegebenes Licht umfassen, das von Objekten reflektiert wird, die von einer Lichtquelle, z.B. Laserlicht, das von Sensoren **116** oder einer anderen Quelle an oder in der Nähe des Fahrzeugs **200** ausgegeben wird, angestrahlt werden. Wenn das Licht durch ein Objekt reflektiert wird, können die Sensoren **116** die Intensitätswerte und Reflexivität eines jeden Punkts des Objekts ermitteln, um das Objekt, beispielsweise vermittelt des Datenanalysierers **120**, einer der Anwendungen **112**, die in der Berechnungsvorrichtung **100** gespeichert oder für diese verfügbar ist, zu analysieren und zu klassifizieren.

[0020] Der Datenanalysierer **120**, der in **Fig. 1** kurz dargestellt ist, kann Daten und/oder Signale, die durch einen oder mehrere Sensoren **116** erfasst werden, beispielsweise durch das Filtern von Rauschen, das Extrahieren von Merkmalen zur Clusterbildung analysieren und/oder Objekte klassifizieren und verfolgen. Der Datenanalysierer **120** kann Daten von dem einen oder den mehreren Sensoren **116** derart verarbeiten, dass die Daten für die Verwendung durch andere Anwendungen **112** geeignet sind, die zum Ausgestalten des automatisierten Fahrsystems verwendet werden, beispielsweise dem Wegplaner **122**. Der Wegplaner **122** kann derart ausgestaltet sein, um die zu verfolgende Navigationsroute für das Fahrzeug **200** basierend auf der augenblicklichen Position des Fahrzeugs **200** bezüglich der umgebenden Umgebung sowie Zielpunkten, die beispielsweise durch den Fahrer des Fahrzeugs **200** gewählt wurden, zu bestimmen. Der Wegplaner **122** kann somit die Navigationsroute für das Fahrzeug basierend auf Daten, die vom Datenanalysierer **120** erhalten wurden, bestimmen.

[0021] **Fig. 3** zeigt einen beispielhaften Abschnitt einer Navigationsroute, welcher das Fahrzeug **200** aus **Fig. 2** folgt, sowie einen beispielhaften Satz möglicher Fahrwege entlang des Abschnitts der Navigationsroute. Die beispielhafte Navigationsroute aus **Fig. 3** umfasst drei Fahrspuren **300**, **302**, **304**. Jede dieser Spuren **300**, **302**, **304** ist zwischen Spurkantenmerkmalen, beispielsweise einem Randstein **306** an einer Unterkante (einem unteren Ende oder Rand) der Fahrspur **304**, einer durchgängigen Spurmarkierung **308** an einer Oberkante (einem oberen Ende oder Rand) der Fahrspur **300** und einer gestrichel-

ten Spurmarkierung **310**, **312**, welche die oberen und unteren Enden der Spur **302** sowie das untere Ende der Spur **300** und das obere Ende der Spur **304** bildet, ausgebildet. Diese Spurmerkmale können durch den Wegplaner **122** unter Verwendung von Karteninformationen, die der Position des Fahrzeugs **200** entsprechen, erfasst werden und durch Daten, die durch die Sensoren **116**, die am Fahrzeug **200** angeordnet sind, bestätigt und mit den Karteninformationen verglichen werden. Die Karteninformationen können im Speicher **104** der Berechnungsvorrichtung **100** hinterlegt sein oder können für den Wegplaner **122** über eine entfernte Position verfügbar sein. In der beispielhaften Navigationsroute aus **Fig. 3** können der Datenanalysierer **120** und der Wegplaner **122** bestimmen, dass die drei beispielhaften Spuren **300**, **302**, **304** für das Fahren des Fahrzeugs in die gleiche Richtung ausgelegt sind, und dass das Fahrzeug **200** sowie andere Objekte, beispielsweise andere Fahrzeuge, zwischen den Spuren **300**, **302**, **304** entlang des Abschnitts der Navigationsroute wechseln können.

[0022] Der Datenanalysierer **120** und der Wegplaner **122** können auch die Spurinformati on, die als Teil der Karteninformation verfügbar sind oder von Sensoren **116** aufgenommen werden, beispielsweise die Spurkantenmerkmale, die Zahl der Spuren, die Gesamtbreite der Spuren, verwenden, um Sätze möglicher Fahrwege zu bestimmen bevor das Fahrzeug **200** eine bestimmte Position der Navigationsroute erreicht. Die Karteninformationen können beispielsweise anhand von Daten gebildet werden, die unter Verwendung eines LIDAR-Sensors gesammelt und unter Verwendung einer Technologie zum simultanen lokalisieren und zuordnen (SLAM) manipuliert wurden, um die Karte auszubilden. Die Karteninformationen können auch über eine Routennetzwerk-Definitionsdatei (RNDF) oder eine andere Quelle bezogen werden. Die möglichen Fahrwege können unter Verwendung einer numerischen Optimierungstechnik bestimmt werden. Jede der Spuren **300**, **302**, **304** aus **Fig. 3** umfasst vier oder fünf vorgegebene mögliche Fahrwege, die basierend auf den Merkmalen in der Karteninformation gewählt werden.

[0023] Beispielsweise umfasst die Spur **302** fünf mögliche Fahrwege. Der mögliche Fahrweg **314** liegt entlang der Mitte der Spur **302**, die sich zwischen den Markierungen **310** und **312** befindet, und das Fahrzeug **200** ist als gerade diesem möglichen Fahrweg **314** folgend bzw. durchquerend dargestellt. Die möglichen Fahrwege **316**, **318** sind als versetzt von den Fahrbahnmarkierungen **310**, **312** vorgegeben. Die Versatzgröße kann basierend auf dem Typ des Spurmerkmals, von welchem der vorgegebene Pfad Abstand halten soll, bestimmt werden. In dem Beispiel der möglichen Fahrwege **316**, **318** basiert der Versatzwert auf der Spurinformati on, welche anzeigt, dass die Fahrbahnmarkierungen **310**, **312** gestrichel-

te Linien sind, die als Rand der Spur **302** dienen. Die Spur **302** umfasst auch die möglichen Fahrwege **320**, **322**, die unmittelbar innerhalb oder entlang der Fahrbahnmarkierungen **310**, **312** liegen, so dass insgesamt fünf vorgegebene mögliche Fahrwege **314**, **316**, **318**, **320**, **322** mit der Spur **302** assoziiert sind.

[0024] Bei einem anderen Beispiel umfasst die Spur **304** vier mögliche Fahrwege. Der mögliche Fahrweg **324** liegt in der Nähe der Mitte der Spur **304**, die zwischen der Fahrbahnmarkierung **312** und dem Randstein **306** gebildet ist. Mögliche Fahrwege **326**, **328** werden zunächst als versetzt von der Fahrbahnmarkierung **312** und dem Randstein **306** bestimmt. Der mögliche Fahrweg **324** liegt nicht entlang der genauen Mitte der Spur **304**, da die Versatzgröße vom Randstein **306** zum möglichen Fahrweg **328** größer ist als die Versatzgröße von der Fahrbahnmarkierung **312** zum möglichen Fahrweg **326**, um dem Spurmerkmal entlang der Navigationsroute Rechnung zu tragen, und der mögliche Fahrweg **324** ist derart ausgestaltet, dass er zentral zwischen den möglichen Fahrwegen **326**, **328** liegt. Die Spur **304** umfasst auch einen möglichen Fahrweg **322**, der unmittelbar innerhalb oder entlang der Fahrbahnmarkierung **312** liegt, wobei der mögliche Fahrweg **322** mit der Spur **302** zusammenfällt. Spur **304** umfasst keinen möglichen Fahrweg entlang des Randsteins **306**, da dieses Spurmerkmal nicht sicher vom Fahrzeug **200** durchquert bzw. überfahren werden kann, so dass ein ausreichender Abstand zum Randstein **306** durch nicht Wählen eines möglichen Fahrwegs in der Nähe des Randsteins **306** beibehalten wird.

[0025] Fig. 4 zeigt ein weiteres Beispiel eines Abschnitts der Navigationsroute, welcher das Fahrzeug **200** aus Fig. 2 folgt, und ein anderes Beispiel eines Satzes möglicher Fahrwege entlang des Abschnitts der Navigationsroute. Die beispielhafte Navigationsroute aus Fig. 4 umfasst vier Spuren **400**, **402**, **404**, **406**, welche eine Kreuzung zwischen zwei Straßen bilden. Eine jeder der Spuren **400**, **402**, **404**, **406** ist zwischen Spurrandmerkmalen, wie beispielsweise einem Randstein **408** an der unteren Kante der Spur **402** und einer gestrichelten Spurmarkierung **410**, welche das obere Ende der Spur **402** bildet, ausgebildet. In ähnlicher Weise bildet ein Randstein **412** die rechte Kante der Spur **406** und eine gestrichelte Markierung **414** bildet das linke Ende der Spur **406**. Bei der beispielhaften Navigationsroute aus Fig. 4 können der Datenanalysierer **120** und der Wegplaner **122** bestimmen, dass die Spuren **400**, **402** für ein Fahren mit Gegenverkehr in entgegengesetzte Richtungen ausgelegt sind, wie auch die Spuren **404**, **406**. Darüber hinaus kann das Fahrzeug **200**, welches der beispielhaften Navigationsroute aus Fig. 4 folgt, von der Spur **402** zur Spur **406** wechseln, indem es eine etwa 90 Grad Linkskurve an der Kreuzung der vier Fahrspuren **400**, **402**, **404**, **406** fährt. Andere Spurwechsel zwischen den Spuren **400**, **402**, **404**, **406**

sind auch möglich, werden hier jedoch nicht beschrieben.

[0026] Der Datenanalysierer **120** und der Wegplaner **122** können auch Karteninformationen mit der Spurinformatoren verwenden, um die Sätze möglicher Fahrwege vorzubestimmen. Ausgehend von dem Beispiel, bei welchem das Fahrzeug **200** einer Navigationsroute folgt, die das Fahren einer Linkskurve von der Spur **402** zur Spur **406** erfordert, können, unter der Voraussetzung, dass die Spurmerkmale in den Karteninformationen enthalten sind, vier vorgegebene Fahrwege bestimmt werden. Der mögliche Fahrweg **416** liegt nahe an der Mitte der Spuren **402**, **406**, da er zwischen der Spurmarkierung **410** und dem Randstein **408** liegt, sowie zwischen der Spurmarkierung **414** und dem Randstein **412**. Das Fahrzeug **200** ist als gerade diesem möglichen Fahrweg **416** folgend dargestellt, da es plant von der Spur **402** auf die Spur **406** zu wechseln. Die möglichen Fahrwege **418**, **420** werden zunächst als von den Fahrbahnmarkierungen **410**, **414** und dem Randstein **408**, **412** versetzt bestimmt. Die Spuren **402**, **406** umfassen auch den möglichen Fahrweg **422**, der unmittelbar innerhalb oder entlang der Fahrbahnmarkierungen **410**, **414** liegt, so dass insgesamt vier vorgegebene mögliche Fahrwege **416**, **418**, **420**, **422** mit den Spuren **402**, **406** assoziiert werden, wenn das Fahrzeug **200** der in Fig. 4 gezeigten Navigationsroute folgt.

[0027] Fig. 5 zeigt eine Mehrzahl von Objekten, die sich in der Nähe des Satzes möglicher Fahrwege **314**, **316**, **318**, **320**, **322** aus Fig. 3 und dem Fahrzeug aus Fig. 2 befinden. Wie vorstehend beschrieben ist, kann der Datenanalysierer **120** Objekte in der Nähe des Fahrzeugs **200** und/oder mögliche Fahrwege **314**, **316**, **318**, **320**, **322** identifizieren und klassifizieren während das Fahrzeug **200** der Navigationsroute folgt. Einige Objekte in der Nähe des Fahrzeugs **200** sind wichtiger als andere Objekte bei der Bestimmung, welcher der möglichen Fahrwege **314**, **316**, **318**, **320**, **322** der bevorzugte Weg für das Fahrzeug **200** zum Folgen der Navigationsroute ist. Die wichtigen Objekte, oder Objekte von Interesse, können zum Bestimmen verwendet werden, welcher der vorgegebenen möglichen Fahrwege **314**, **316**, **318**, **320**, **322** einen Mindestabstand bzw. einen Grenzabstand zu den beiden identifizierten Spurmerkmalen und Objekten von Interesse beibehält, um einen bevorzugten Fahrweg aus den möglichen Fahrwegen **314**, **316**, **318**, **320**, **322** zu wählen.

[0028] Die Grenzdistanz bzw. der Mindestabstand kann abhängig von der Art des Spurmerkmals (z.B. Randstein gegenüber Fahrbahnmarkierung) oder der Art des Objekts von Interesse (z.B. Fußgänger, bewegliches Fahrzeug, stationäres Fahrzeug), welches analysiert wird, variieren.

[0029] Wenn beispielsweise ein Objekt zumindest eines der folgenden Kriterien erfüllt, ist es nicht wahrscheinlich, dass die Auswahl der möglichen Fahrwege **314, 316, 318, 320, 322** beeinflusst: das Objekt hat eine positive relative Geschwindigkeit bezüglich des Fahrzeugs **200** oder umgekehrt (z.B. entfernt sich das Objekt weiter vom Fahrzeug **200** oder das Fahrzeug **200** entfernt sich weiter vom Objekt) und die Distanz zum Objekt geteilt durch die relative Geschwindigkeit des Objekts ist größer als fünf (z.B. ist die Zeit, bevor das Fahrzeug **200** und das Objekt nebeneinander sind, größer als fünf Sekunden). Umgekehrt gilt auch das Gegenteil. Ein Objekt mit einer negativen Relativgeschwindigkeit bezüglich des Fahrzeugs **200** oder einem Verhältnis Distanz zu relativer Geschwindigkeit weniger als fünf kann durch den Datenanalysierer **120** oder den Wegplaner **122** als Objekt von Interesse klassifiziert werden, das bei der Auswahl eines bevorzugten Fahrwegs aus den möglichen Fahrwegen **314, 316, 318, 320, 322** verwendet werden kann. Der Wegauswahlalgorithmus kann basierend auf der Beibehaltung eines sicheren Abstands von sowohl den relevanten Objekten, den Objekten von Interesse, als auch den relevanten Spurmerkmalen basieren, während eine Information bezüglich irrelevanter Objekte, die in der Nähe des Fahrzeugs **200** oder möglicher Fahrwege **314, 316, 318, 320, 322** identifiziert wurden, ausgeschlossen wird.

[0030] In dem Beispiel von **Fig. 5** sind drei Objekte in der Nähe des Fahrzeugs **200** und der möglichen Fahrwege **314, 316, 318, 320, 322**: ein Fahrzeug **500**, ein Fahrzeug **502** und ein Fahrzeug **504**. Das Fahrzeug **500** kann analysiert werden, um zu bestimmen, dass es sich ausreichend entfernt von den möglichen Fahrwegen **314, 316, 318, 320, 322** befindet und sich mit einer ausreichend niedrigen Relativgeschwindigkeit bewegt, so dass es für die Bestimmung des bevorzugten Fahrwegs ausgeschlossen wird. In ähnlicher Weise kann das Fahrzeug **502** analysiert werden, um zu bestimmen, dass es mit einer ausreichend größeren positiven relativen Geschwindigkeit bezüglich des Fahrzeugs **200** fährt, so dass es für die Bestimmung des bevorzugten Fahrwegs ausgeschlossen werden kann. Jedoch kann bestimmt werden, dass das Fahrzeug **504** bezüglich der Entfernung nahe an den möglichen Fahrwegen **314, 318** und **322** liegt, und die Geschwindigkeit und die Bewegungsrichtung der Fahrzeuge **200, 504** kann basierend auf den durch die Sensoren **116** gesammelten Informationen verglichen werden, um zu bestimmen, dass das Fahrzeug **200** den Abstand zwischen sich und dem Fahrzeug **504** verringert, so dass das Fahrzeug **504** als Objekt von Interesse für die Bestimmung, welcher der möglichen Fahrwege **314, 316, 318, 320, 322** als bevorzugter Fahrweg gewählt werden kann, klassifiziert wird.

[0031] **Fig. 6** zeigt eine Mehrzahl von Objekten in der Nähe des Satzes möglicher Fahrwege **416, 418, 420, 422** aus **Fig. 4** und des Fahrzeugs **200** aus **Fig. 2**. In diesem Beispiel sind zwei Objekte in der Nähe des Fahrzeugs **200** und der möglichen Fahrwege **416, 418, 420, 422**: Fahrzeug **600** auf Spur **404** und Fahrzeug **602** auf Spur **402**. Der Datenanalysierer **120** und der Wegplaner **122** können bestimmen, dass das Fahrzeug **602** ausreichend entfernt vom Fahrzeug **200** sowie den möglichen Fahrwegen **416, 418, 420, 422** ist und mit einer ausreichenden Relativgeschwindigkeit fährt, so dass es für die Bestimmung des bevorzugten Fahrwegs ausgeschlossen wird. Die Position und die relative Geschwindigkeit des Fahrzeugs **600** bezüglich des Fahrzeugs **200** und den Fahrwegen **418, 422** jedoch kann, da es entlang von Spur **404** in Spur **400** fährt und sehr nahe an der Spurmarkierung **414** liegt, als ausreichend relevant für die möglichen Fahrwege **418, 422** bestimmt werden, so dass das Fahrzeug **600** als Objekt von Interesse klassifiziert und zur Bestimmung verwendet wird, welcher der möglichen Fahrwege **416, 418, 420, 422** als bevorzugter Fahrweg gewählt wird, wenn das Fahrzeug **200** von der Spur **402** zur Spur **406** wechselt.

[0032] **Fig. 7** zeigt ein Beispiel eines bevorzugten Fahrwegs **700**, der aus dem Satz möglicher Fahrwege **314, 316, 318, 320, 322** aus **Fig. 3**, durch die Mehrzahl von in der Nähe befindlichen Objekten aus **Fig. 5** gehend, gewählt wurde. Der Wegplaner **122** kann derart ausgestaltet sein, um die Position und Bewegungseigenschaften des Objekts von Interesse, in diesem Beispiel des Fahrzeugs **504**, bei der Auswahl des bevorzugten Fahrwegs **700** zu berücksichtigen. Der bevorzugte Fahrweg **700** wird durch eine gepunktete Linie dargestellt und folgt zunächst dem gerade vom Fahrzeug befahrenen Weg, der mit dem möglichen Fahrweg **314** übereinstimmt, und geht dann nahtlos auf den möglichen Fahrweg **316** über, um zumindest einen Mindestabstand vom Objekt von Interesse, dem Fahrzeug **504**, beizubehalten. Der mögliche Fahrweg **316** wird durch den Wegplaner **122** basierend auf der Beibehaltung eines Grenzabstands bzw. Mindestabstands vom Fahrzeug **504** und dem Halten des Fahrzeugs **200** so nahe an der Mitte der gerade gewählten Fahrspur **302** wie möglich gewählt. Ein Vorteil der Verwendung der vorgegebenen möglichen Fahrwege **314, 316, 318, 320, 322** ist, dass der Mindestabstand zu verschiedenen Fahrbahnmerkmalen ebenfalls beibehalten wird, während andere Objekte von Interesse, beispielsweise das Fahrzeug **504**, bei der Berechnung eines nahtlosen Übergangs für das Fahrzeug **200** berücksichtigt werden.

[0033] Der Wegplaner **122** kann ferner derart gestaltet sein, um das Fahrzeug **200** zu verzögern, um Objekte von Interesse zu vermeiden, wenn keiner der möglichen Fahrwege **314, 316, 318, 320, 322** es dem Fahrzeug **200** erlaubt, einen Mindestabstand

zu den relevanten Objekten von Interesse beizubehalten. Wenn ferner kein Objekt von Interesse durch den Datenanalysierer **120** oder den Wegplaner **122** klassifiziert wird, kann ein bevorzugter Fahrweg lediglich basierend auf der Spurinformati on, beispielsweise der Spurbreite und den Spurkan tenmerkmalen, gewählt werden, da diese Information dazu verwendet wird, die möglichen Fahrwege **314**, **316**, **318**, **320**, **322** zu bestimmen. Wenn sich beispielsweise das Fahrzeug **504** nicht auf der beispielhaften Navigationsroute der **Fig. 5** und **Fig. 7** befindet, kann das Fahrzeug **200** derart ausgestaltet sein, um seine Mittelposition auf Spur **302** entlang des möglichen Fahrwegs **314** beizubehalten, während es der Navigationsroute folgt.

[0034] **Fig. 8** zeigt ein Beispiel des bevorzugten Fahrwegs **800**, der aus dem Satz möglicher Fahrwege **416**, **418**, **420**, **422** aus **Fig. 4**, durch die Mehrzahl in der Nähe befindlicher Objekte aus **Fig. 6** gehend, gewählt wurde. In diesem Beispiel ist das Fahrzeug **600** das einzige Objekt von Interesse, das vom Wegplaner **122** für die Auswahl des bevorzugten Fahrwegs **800** verwendet wird, wenn das Fahrzeug **200** durch Fahren einer Linkskurve von der Spur **402** zur Spur **406** wechselt. Der bevorzugte Fahrweg **800** ist als gestrichelte Linie dargestellt und folgt zunächst dem augenblicklichen Weg, den das Fahrzeug fährt und der mit dem möglichen Fahrweg **416** übereinstimmt, und geht dann nahtlos in den möglichen Fahrweg **420** über, um zumindest einen Mindestabstand vom Objekt von Interesse, dem Fahrzeug **600**, zu schaffen. Der mögliche Fahrweg **420** wird durch den Wegplaner **122** basierend auf der Beibehaltung eines Mindestabstands vom Fahrzeug **600** und dem Halten des Fahrzeugs **200** so nahe an der Mitte der neu gewählten Fahrspur **406** wie möglich gewählt. In diesem Beispiel wird der bevorzugte Fahrweg **420** gewählt, so dass das Fahrzeug **200** einen sicheren Abstand vom Fahrzeug **600** entlang der gesamten Kurvenfahrt beibehält.

[0035] **Fig. 9** ist ein logisches Fluss schaubild eines Prozesses **900**, der durch das automatisierte Fahr system ausgeführt wird. In Schritt **902** des Prozesses **900** kann das automatisierte Fahr system basierend auf Informationen hinsichtlich der das Fahrzeug **200** umgebenden Umgebung einen oder mehrere mögliche Fahrwege bestimmen, beispielsweise die möglichen Fahrwege **314**, **316**, **318**, **320**, **322** aus **Fig. 3** oder die möglichen Fahrwege **416**, **418**, **420**, **422** aus **Fig. 4**. Wie vorstehend beschrieben ist, können die Informationen über die Umgebung Spurinformati onen, wie beispielsweise die Zahl der Spuren, die Spurbreite und Spurkan tenmerkmale umfassen, die relevant für die Spur sind. Rand- bzw. Kantenmerkmale können beispielsweise Spurmarkierungen, Randsteine, Übergänge vom Straßenbelag auf eine andere Fläche oder einen anderen Indikator umfassen, der als eine Spurkan te anzeigend verstanden

werden kann. Die Bestimmung möglicher Fahrwege kann auch basierend auf der Navigationsroute für das Fahrzeug **200** erfolgen, das bedeutet, basierend auf dem Verständnis des automatisierten Fahrsystems des Weges, welchem das Fahrzeug **200** folgen muss, um ein gewünschtes Ziel zu erreichen.

[0036] In Schritt **904** des Prozesses **900** kann das automatisierte Fahr system basierend auf Eingaben von einem oder mehreren Sensoren **116**, die am Fahrzeug **200** angeordnet sind, eine Angabe empfangen, die eines oder mehrere Objekte in der Nähe des einen oder mehreren möglichen Fahrwegs als Objekt von Interesse klassifiziert. Beispielsweise können die Datenanalysierer-Anwendung **120** oder die Wegplaner-Anwendung **122** derart ausgestaltet sein, um Daten von den Sensoren **116** zu empfangen oder zu bearbeiten, um eine oder mehrere Eigenschaften von Objekten in der Nähe des Fahrzeugs **200** oder der möglichen Fahrwege zu erfassen und/oder zu analysieren. Wie vorstehend beschrieben ist, können die Eigenschaften der erfassten Objekte die analysiert werden, die relative Geschwindigkeit bezüglich des Fahrzeugs **200**, die relative Bewegungsrichtung bezüglich des Fahrzeugs **200**, den relativen Abstand vom Fahrzeug **200** sowie die relative Entfernung von dem einen oder den mehreren möglichen Fahrwegen umfassen.

[0037] In Schritt **906** des Prozesses **900** kann das automatisierte Fahr system basierend auf den Eigenschaften des einen oder der mehreren Objekte von Interesse einen bevorzugten Fahrweg aus dem einen oder den mehreren möglichen Fahrwegen auswählen. Abhängig vom Ausgang der Bewertung der Eigenschaften der in der Nähe befindlichen Objekte werden einige Objekte aus dem Algorithmus, der zum Auswählen des bevorzugten Fahrwegs verwendet wird, ausgeschlossen und andere Objekte werden als Objekte von Interesse klassifiziert, welche einen Einfluss auf die Wahl des bevorzugten Fahrwegs haben. Wenn keine Objekte von Interesse erfasst oder klassifiziert werden, kann das automatisierte Fahr system alternativ so ausgestaltet sein, um den bevorzugten Fahrweg nur basierend auf der Spurinformati on und dem einen oder den mehreren identifizierten möglichen Fahrwegen zu bestimmen, wobei vorzugsweise von den möglichen Fahrwegen derjenige als der bevorzugte Fahrweg gewählt wird, der das Fahrzeug **200** auf einer Mittelposition innerhalb einer vorgegebenen Spur hält, beispielsweise den möglichen Fahrwegen **314**, **416**, die mit den Spuren **302**, **402** aus den **Fig. 3** und **Fig. 4** assoziiert sind.

[0038] In Schritt **908** des Prozesses **900** kann das automatisierte Fahr system eine Anweisung an eines oder mehrere Fahrzeugsysteme **118** ausgeben, um das Fahrzeug **200** derart zu steuern, dass es dem bevorzugten Fahrweg folgt. Die Anweisung kann ausreichend sein, um den Weg des Fahrzeugs **200** zu

verändern, wenn sich das Fahrzeug **200** in der Nähe von einem oder mehreren Objekten von Interesse befindet, wodurch das Fahrzeug **200** auf einen anderen möglichen Fahrweg zurückkehren kann, wenn das Objekt von Interesse verschwunden ist. Wie beispielsweise in **Fig. 7** dargestellt ist, wechselt das Fahrzeug **200** nahtlos entlang des bevorzugten Fahrwegs **700** vom möglichen Fahrweg **314** zum möglichen Fahrweg **316** unter Beibehaltung eines Mindestabstands zur relativen Lage des Objekts von Interesse, dem Fahrzeug **504**, ausgehend von der Relativgeschwindigkeit zwischen dem Fahrzeug **200** und dem Objekt von Interesse. Die Fahrzeugsysteme **118**, welche diesen Übergang verwirklichen, können beispielsweise das Lenksystem und die Aufhängung umfassen. In einem anderen Beispiel macht, wie in **Fig. 8** dargestellt ist, das Fahrzeug **200** eine Linkskurve von der Spur **402** auf die Spur **406** und wechselt entlang des bevorzugten Fahrwegs **800** vom möglichen Fahrweg **416** zum möglichen Fahrweg **420**, basierend auf der Relativposition und Geschwindigkeit des Objekts von Interesse, dem Fahrzeug **600**. Die Fahrzeugsysteme **118**, welche diesen Übergang verwirklichen, können beispielsweise das Bremssystem, das Lenksystem und die Aufhängung umfassen. Nach Schritt **908** endet der Prozess **900**.

[0039] Die vorstehende Beschreibung bezeichnet das, was augenblicklich als die zweckmäßigsten Ausführungsformen gesehen wird. Es ist jedoch klar, dass die Offenbarung nicht auf diese Ausführungsformen beschränkt ist sondern, im Gegenteil, verschiedene Modifikationen und äquivalente Anordnungen, die in den Gedanken und Umfang der angefügten Ansprüche fallen, umfassen soll. Beispielsweise ist bei den vorstehenden Ausführungsformen das Fahrzeug **200** als Automobil beschrieben. Gleichwohl ist das Fahrzeug **200** nicht auf ein Automobil beschrieben, da das automatisierte Fahrsystem auch bei anderen Fahrzeug Anwendung finden kann, die von einem Fahrer oder Operator gesteuert werden, beispielsweise Flugzeugen, Booten, etc. Der Umfang der Ansprüche soll als in seiner breitesten Fassung interpretiert gesehen werden, um all derartige Modifikationen und äquivalente Ausführungsformen zu umfassen, soweit dies durch das Gesetz zulässig ist.

Patentansprüche

1. Computerimplementiertes Verfahren zum automatisierten Fahren, aufweisend:
Bestimmen einer Mehrzahl möglicher Fahrwege (314, 316, 318, 320, 322, 324, 326, 328; 416, 418, 420, 422) in einer Spur entlang eines Abschnitts einer Navigationsroute, den das Fahrzeug (200) noch nicht erreicht hat, basierend auf spezifischen Informationen über die das Fahrzeug (200) umgebende Umgebung;
Wenn das Fahrzeug (200) den Abschnitt der Navigationsroute erreicht hat, Empfangen einer Angabe,

die eines oder mehrere Objekte, die in der Nähe der Mehrzahl möglicher Fahrwege (314, 316, 318, 320, 322, 324, 326, 328; 416, 418, 420, 422) sind, als Objekt von Interesse klassifiziert, basierend auf einer Eingabe von einem oder mehreren Sensoren (116), die an dem Fahrzeug (200) angeordnet sind;
Auswählen eines bevorzugten Fahrwegs aus der Mehrzahl möglicher Fahrwege (314, 316, 318, 320, 322, 324, 326, 328; 416, 418, 420, 422), der einen Grenzabstand zu dem einen oder den mehreren Objekten von Interesse beibehält, basierend auf Eigenschaften des einen oder der mehreren Objekte von Interesse; und
Ausgeben einer Anweisung an eines oder mehrere Fahrzeugsysteme, um das Fahrzeug (200) zu steuern, dass es von seinem augenblicklichen Weg wechselt und dem bevorzugten Fahrweg entlang der Navigationsroute folgt.

2. Computerimplementiertes Verfahren nach Anspruch 1, wobei die spezifischen Informationen über die das Fahrzeug (200) umgebende Umgebung Spurinformatoren umfasst, wobei die Spurinformatoren zumindest die Zahl der Spuren, die Spurbreite und/oder die Spurkante enthält.

3. Computerimplementiertes Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Bestimmen der Mehrzahl möglicher Fahrwege (314, 316, 318, 320, 322, 324, 326, 328; 416, 418, 420, 422) ferner auf einer Navigationsroute des Fahrzeugs (200) basiert.

4. Computerimplementiertes Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Klassifizieren als Objekt von Interesse des einen oder der mehreren Objekte, die in der Nähe der Mehrzahl der möglichen Fahrwege (314, 316, 318, 320, 322, 324, 326, 328; 416, 418, 420, 422) sind, das Erfassen und Analysieren der einen oder mehreren Eigenschaften des einen oder der mehreren Objekte, die in der Nähe der Mehrzahl der möglichen Fahrwege (314, 316, 318, 320, 322, 324, 326, 328; 416, 418, 420, 422) sind, umfasst, wobei die eine oder mehreren Eigenschaften des einen oder der mehreren Objekte von Interesse zumindest eine Relativgeschwindigkeit und eine Relativbewegungsrichtung relativ zum Fahrzeug (200), und eine Relativentfernung vom Fahrzeug (200) und/oder eine Relativentfernung von der Mehrzahl möglicher Fahrwege (314, 316, 318, 320, 322, 324, 326, 328; 416, 418, 420, 422) umfasst.

5. Computerimplementiertes Verfahren nach Anspruch 2, weiter aufweisend:
wenn keine Objekte von Interesse klassifiziert werden, Auswählen eines bevorzugten Fahrwegs basierend auf der Mehrzahl möglicher Fahrwege (314, 316, 318, 320, 322, 324, 326, 328; 416, 418, 420, 422) und der Spurinformatoren.

6. Computerimplementiertes Verfahren nach Anspruch 1, wobei die spezifischen Informationen über die das Fahrzeug (200) umgebende Umgebung Spurinformatoren umfassen, wobei die Spurinformatoren Spurkanthenmerkmale der Spur enthalten, wobei jeder der Mehrzahl möglicher Fahrwege (314, 316, 318, 320, 322, 324, 326, 328; 416, 418, 420, 422) einen Grenzabstand zu den Spurkanthenmerkmalen beibehält, wobei einer aus der Mehrzahl möglicher Fahrwege (314, 316, 318, 320, 322, 324, 326, 328; 416, 418, 420, 422) basierend auf den Spurkanthenmerkmalen als Mitte der Spur bestimmt wird und zumindest einige der verbleibenden aus der Mehrzahl möglicher Fahrwege (314, 316, 318, 320, 322, 324, 326, 328; 416, 418, 420, 422) basierend auf den Spurkanthenmerkmalen als von den Spurkanthenmerkmalen versetzt bestimmt werden, und wobei der bevorzugte Fahrweg am nächsten an der Mitte der Spur liegt.

7. Automatisiertes Fahrsystem, aufweisend:
einen oder mehrere Sensoren (116), die an einem Fahrzeug (200) angeordnet sind; und
eine Berechnungsvorrichtung (100), die mit dem einen oder den mehreren Sensoren kommuniziert, aufweisend:
einen oder mehrere Prozessoren (102) zum Steuern der Vorgänge der Berechnungsvorrichtung; und
einen Speicher (104) zum Speichern von Daten und Programmanweisungen, die von dem einen oder den mehreren Prozessoren (102) verwendet werden, wobei der eine oder die mehreren Prozessoren (102) derart ausgestaltet sind, um in dem Speicher (104) hinterlegte Anweisungen auszuführen, um das computerimplementierte Verfahren zum automatisierten Fahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6 auszuführen.

8. Berechnungsvorrichtung (100), aufweisend:
einen oder mehrere Prozessoren (102) zum Steuern der Vorgänge der Berechnungsvorrichtung (100); und
einen Speicher (104) zum Speichern von Daten und Programmanweisungen, die von dem einen oder den mehreren Prozessoren (102) verwendet werden, wobei der eine oder die mehreren Prozessoren (102) derart ausgestaltet sind, um in dem Speicher (104) hinterlegte Anweisungen auszuführen, um das computerimplementierte Verfahren zum automatisierten Fahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6 auszuführen.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

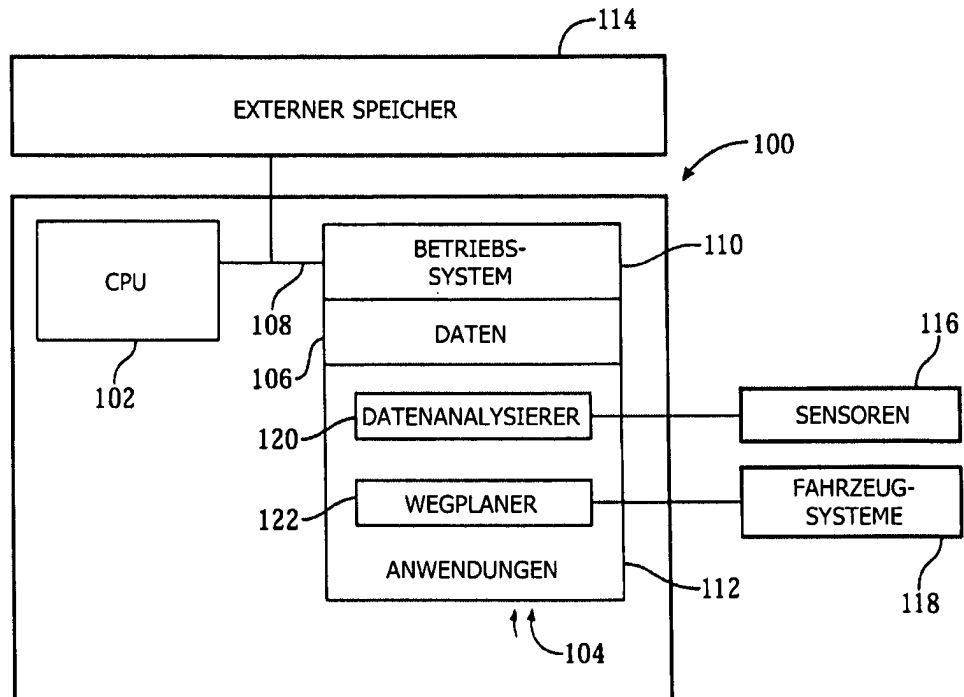
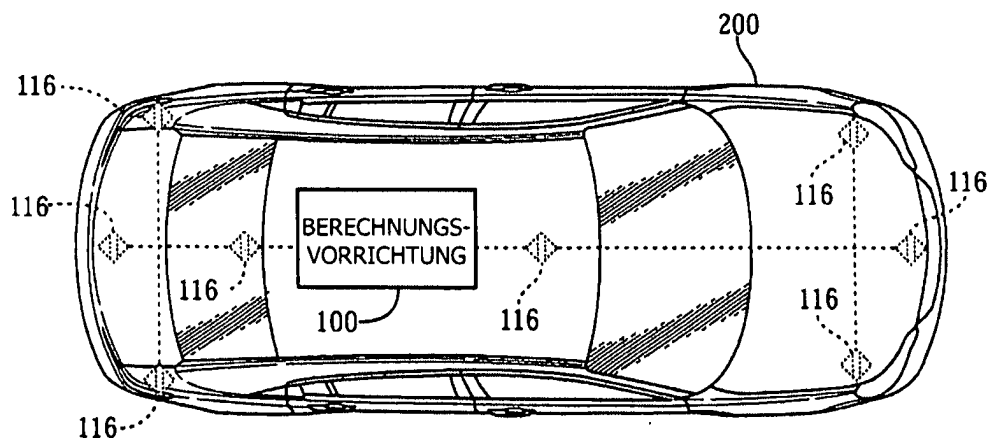


FIG. 2



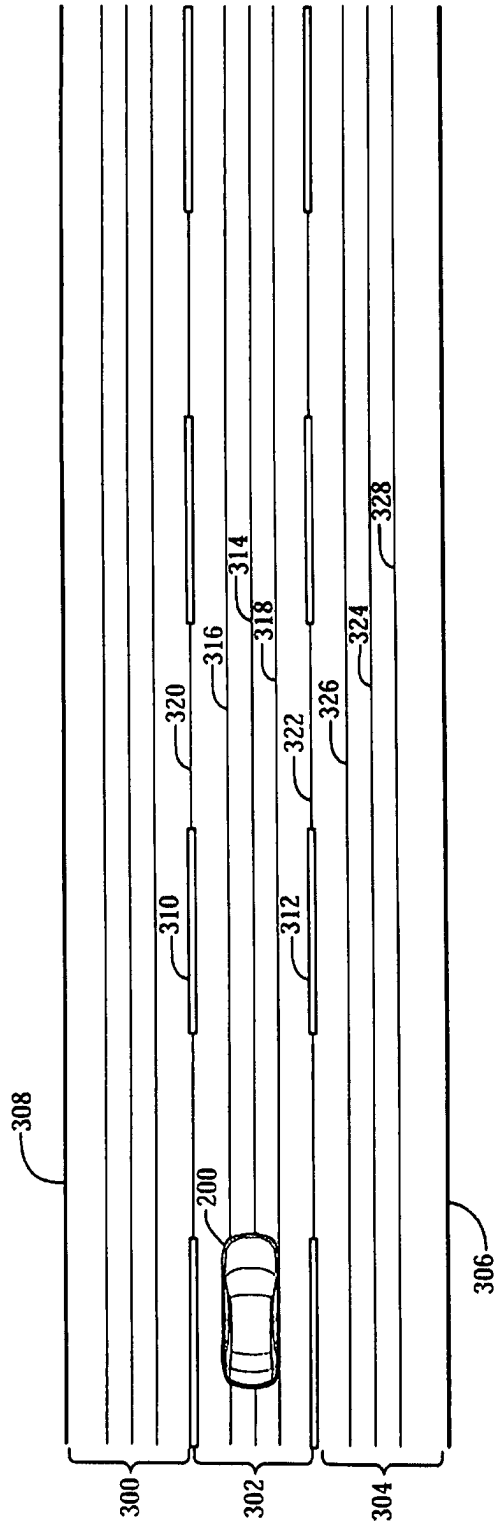


FIG. 3

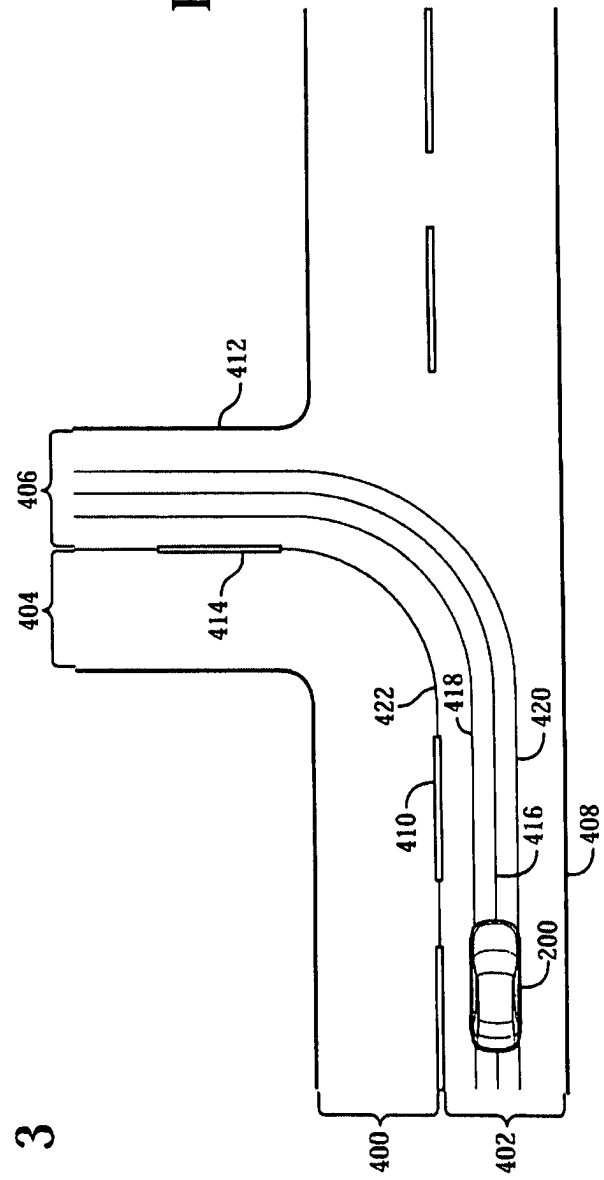


FIG. 4

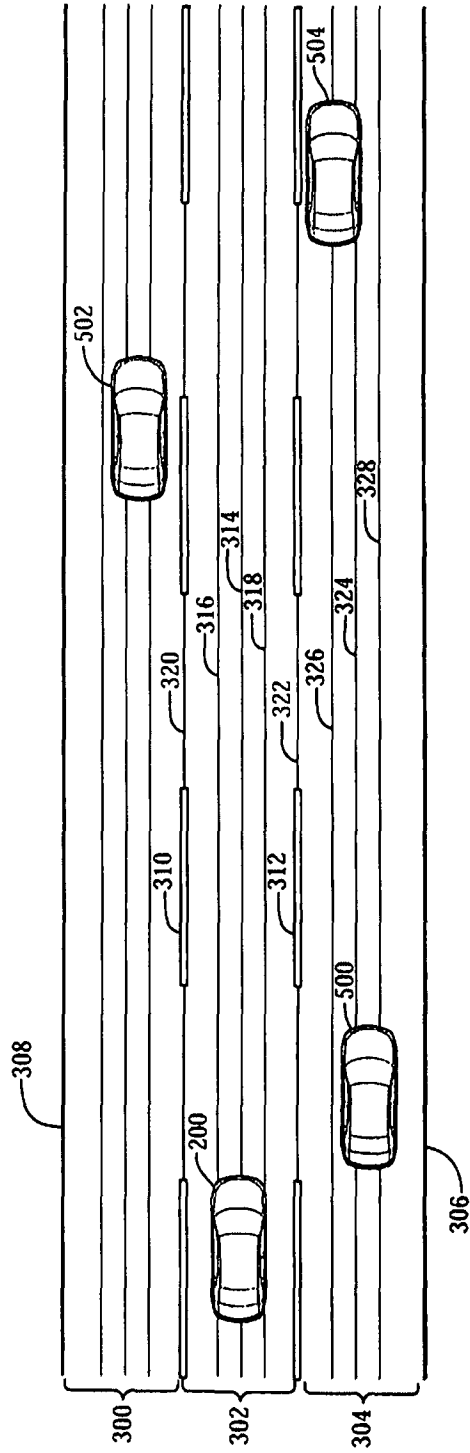


FIG. 5

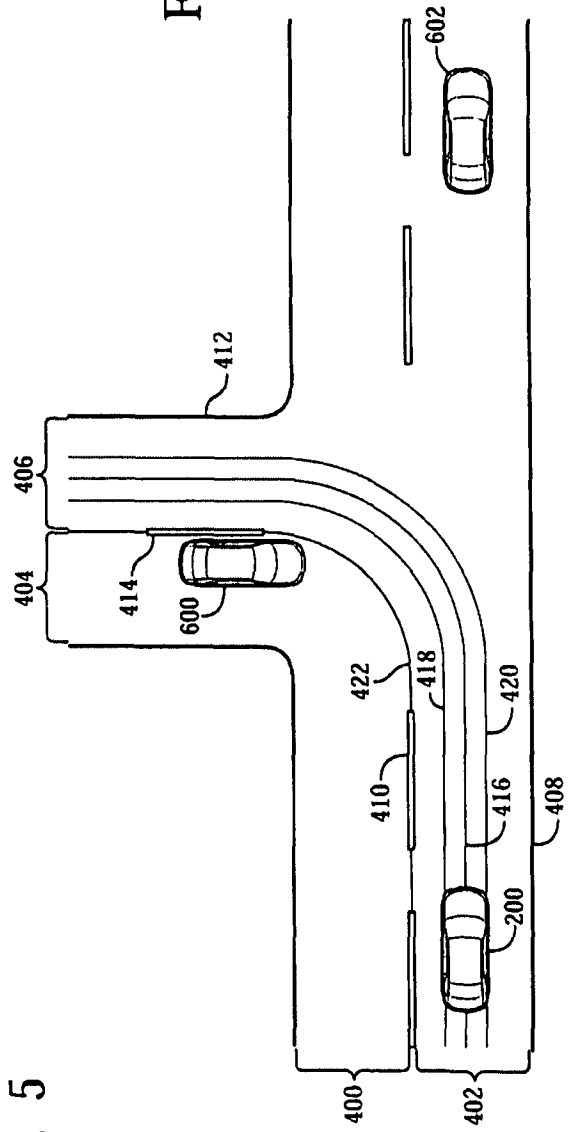


FIG. 6

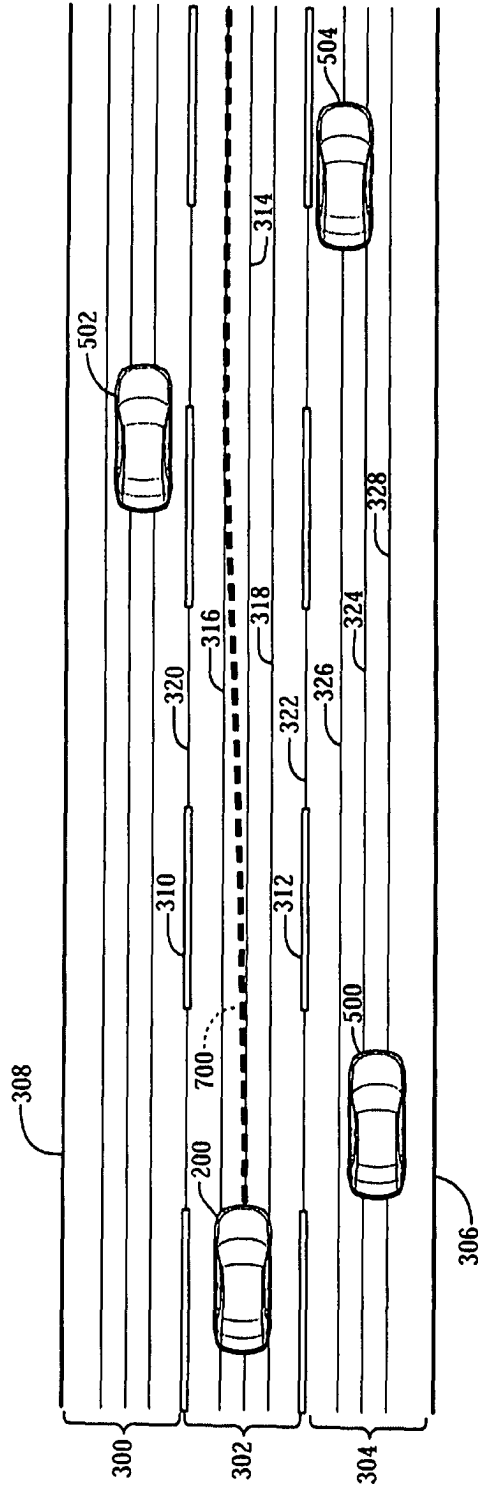


FIG. 7

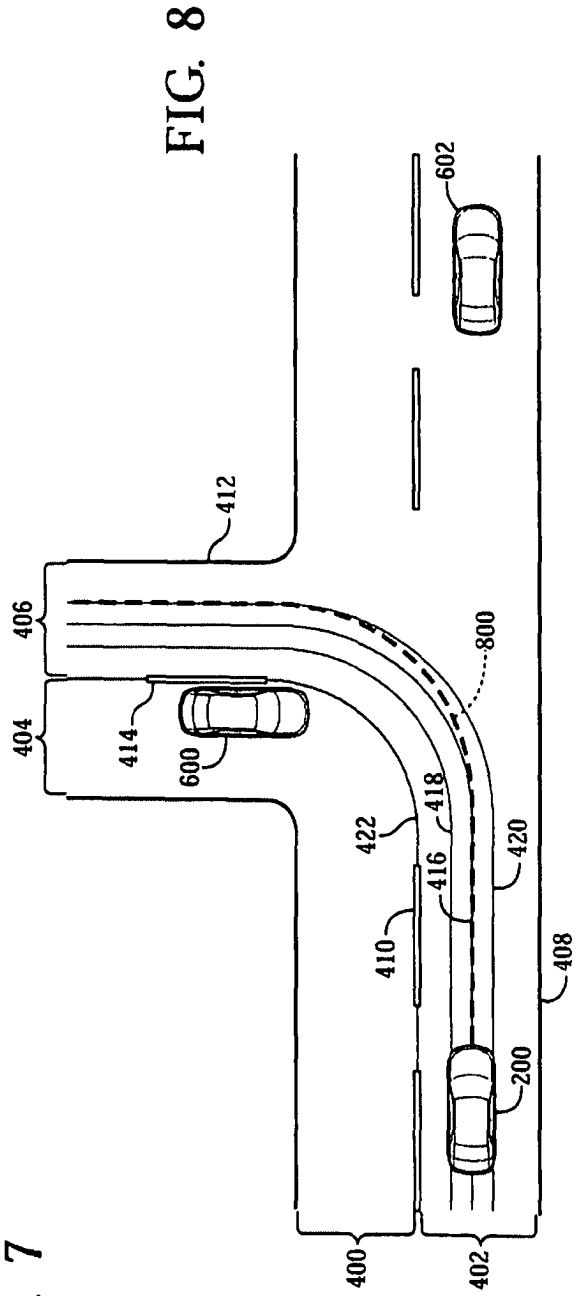


FIG. 8

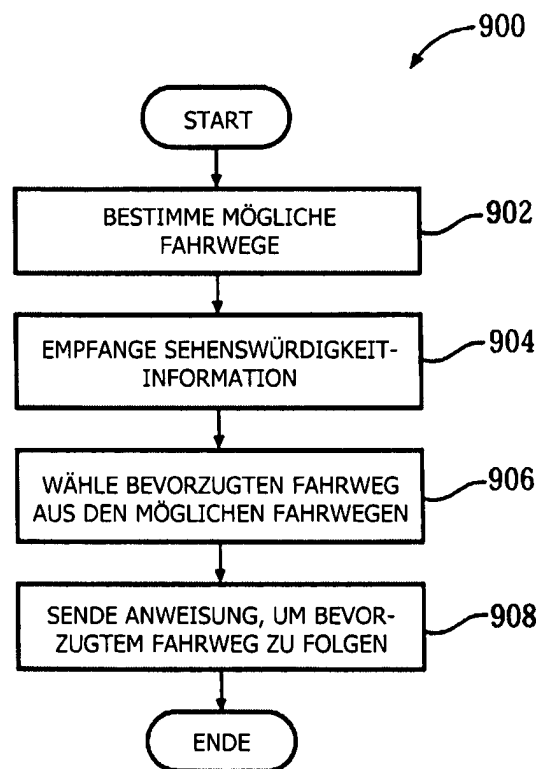


FIG. 9