



(10) **DE 10 2016 201 190 A1** 2017.07.27

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2016 201 190.1**

(22) Anmeldetag: **27.01.2016**

(43) Offenlegungstag: **27.07.2017**

(51) Int Cl.: **G08G 1/16** (2006.01)
B60W 30/08 (2006.01)

(71) Anmelder:

**ZF FRIEDRICHSHAFEN AG, 88046
Friedrichshafen, DE**

(72) Erfinder:

**Halsdorf, Georges, 88085 Langenargen, DE;
Heimann, Jens, 88719 Stetten, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

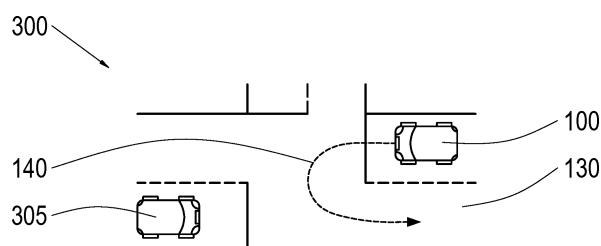
DE	101 28 792	A1
DE	10 2009 047 264	A1
DE	10 2012 010 996	A1
DE	10 2012 011 224	A1

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Wendeassistent**

(57) Zusammenfassung: Ein Verfahren (200) zum Wenden eines Kraftfahrzeugs (100) auf einer Straße (130) umfasst Schritte des Abtastens (205) einer verfügbaren Straßenbreite (315), des Erfassens (210, 215) eines Fahrzeugmerkmals, das auf einen Wendekreis des Kraftfahrzeugs (100) hinweist, und des Bestimmens (230), auf der Basis des Fahrzeugmerkmals, ob die verfügbare Straßenbreite (315) für ein Wendemanöver (300) ausreicht.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Kraftfahrzeug. Insbesondere betrifft die Erfindung einen Assistenten zur Steuerung des Kraftfahrzeugs. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Wenden des Kraftfahrzeugs.

[0002] Ein Kraftfahrzeug ist mit einer Reihe von Assistenten ausgestattet, die einen Fahrer beim Führen des Kraftfahrzeugs unterstützen. Beispielsweise kann ein Spurhalteassistent vorgesehen sein, der den Fahrer alarmiert, wenn das Kraftfahrzeug im Begriff ist, eine eingezeichnete Spur einer Straße zu verlassen. Ein Abstandsassistent kann die Längsgeschwindigkeit des Kraftfahrzeugs so beschränken, dass ein vorbestimmter Abstand zu einem vorausfahrenden Kraftfahrzeug eingehalten wird.

[0003] Ein weiteres Fahrmanöver, das insbesondere für einen weniger erfahrenen Fahrer problematisch sein kann, betrifft das Wenden des Kraftfahrzeugs auf einer Straße. Für ein sicheres Wenden muss in einem entgegenkommenden Verkehr eine ausreichend große Lücke abgewartet werden. Stellt sich während des Manövers heraus, dass abgebremst, korrigiert oder zurückgesetzt werden muss, so kann die Lücke nicht ausreichend groß sein, sodass der entgegenkommende Verkehr zum Bremsen oder Ausweichen gezwungen wird. Dies kann nicht nur einen Regelverstoß gegen die Straßenverkehrsordnung, sondern auch die Gefahr eines Unfalls bedingen. Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Technik bereitzustellen, mittels derer das Wenden eines Kraftfahrzeugs auf einer Straße erleichtert wird. Die Erfindung löst diese Aufgabe mittels der Gegenstände der unabhängigen Ansprüche. Unteransprüche geben bevorzugte Ausführungsformen wieder.

[0004] Ein Verfahren zum Wenden eines Kraftfahrzeugs (Wendemanöver) auf einer Straße umfasst Schritte des Abtastens einer verfügbaren Straßenbreite, des Erfassens eines Fahrzeugmerkmals, das auf einen Wendekreis des Kraftfahrzeugs hinweist, und des Bestimmens, auf der Basis des Fahrzeugmerkmals, ob die verfügbare Straßenbreite für ein Wendemanöver ausreicht.

[0005] Die verfügbare Straßenbreite kann berücksichtigen, ob eine oder mehrere Fahrspuren für das Wendemanöver zur Verfügung stehen. Ein Fahrer des Kraftfahrzeugs kann auf das Ergebnis der Bestimmung hingewiesen werden, sodass er verbessert einschätzen kann, wie lange das Wendemanöver dauern wird, wie viel Platz es erfordert und wie schnell er dabei maximal fahren kann. In einer Ausführungsform wird auch bestimmt, welcher Teil der verfügbaren Straßenbreite durch das Wendemanöver eingenommen wird bzw. welcher Sicherheitsabstand zusätzlich verbleibt. Ist der Sicherheitsab-

stand gering, so kann der Fahrer das Wendemanöver besonders langsam und vorsichtig durchführen. Die verfügbare Straßenbreite kann noch zusätzliche Einflussfaktoren berücksichtigen, beispielsweise eine Verkehrsinsel, zu überquerende Gleise oder eine Parkspur, die erforderlichenfalls für das Wendemanöver zusätzlich genutzt werden kann. Insbesondere ein Fahranfänger kann beim Wenden des Kraftfahrzeugs substantiell unterstützt werden, sodass er sicherer und flüssiger fahren kann. Ein Verkehr im Bereich des Kraftfahrzeugs kann dadurch weniger gefährdet sein und verbessert fließen.

[0006] Es ist besonders bevorzugt, dass das Wendemanöver einzügig ist. Darunter wird verstanden, dass das Kraftfahrzeug nicht zurücksetzen muss, sondern in einer einzigen, zusammenhängenden Vorwärtsbewegung fährt. Das Wenden umfasst üblicherweise ein Ändern der Fahrtrichtung des Kraftfahrzeugs um 180°. Eine geringe Abweichung davon kann sich ergeben, wenn beispielsweise das Wendemanöver in einer Kurve stattfindet oder gleichzeitig zum Wendemanöver ein Spurwechsel durchgeführt wird.

[0007] Bevorzugterweise wird zusätzlich eine Trajektorie für das Wendemanöver des Kraftfahrzeugs bestimmt. Der Fahrer kann anschließend beim Folgen der Trajektorie unterstützt werden, beispielsweise indem ihm signalisiert wird, wie ein Lenkwinkel des Kraftfahrzeugs einzustellen ist oder wo auf der vorbestimmten Trajektorie sich das Kraftfahrzeug gegenwärtig befindet. Insbesondere ein lateraler (seitlicher) Abstand von der vorbestimmten Trajektorie kann dem Fahrer dabei angezeigt werden. In einer Ausführungsform bestimmt der Fahrer die Geschwindigkeit beim Befahren der Trajektorie selbst. In einer anderen Ausführungsform ist eine bevorzugte Geschwindigkeit vorbestimmt, die entlang der Trajektorie variiert sein kann. In einer weiteren Ausführungsform werden die Längssteuerung und/oder die Quersteuerung des Kraftfahrzeugs automatisiert betätigt. So kann eine vollständig automatisierte Wendung des Kraftfahrzeugs auf der Straße gesteuert werden. In einer weiteren Ausführungsform kann der Fahrer während des Wendemanövers in die Führung des Kraftfahrzeugs eingreifen, indem er beispielsweise einen automatisch gesteuerten Lenkwinkel manuell verändert. Die beschriebene Technik kann Teil eines autonom gesteuerten Kraftfahrzeugs sein.

[0008] Bevorzugterweise wird ein Objekt im Umfeld des Kraftfahrzeugs erfasst und die Trajektorie wird so bestimmt, dass ein vorbestimmter Abstand zum Objekt eingehalten wird. In einer ersten Ausführungsform kann das Objekt stillstehen und beispielsweise eine Begrenzung der für das Wendemanöver verfügbaren Straßenbreite darstellen. Das Objekt kann etwa ein auf der gegenüberliegenden Straßenseite parkendes Kraftfahrzeug umfassen. In ei-

ner weiteren Ausführungsform ist das Objekt potenziell beweglich. Beispielsweise kann das Objekt einen Fußgänger umfassen, der die Straße so überqueren möchte, dass sein Weg die vorbestimmte Trajektorie kreuzt. In noch einer weiteren Ausführungsform bewegt sich das Objekt bereits. Beispielsweise kann das Objekt ein entgegenkommendes Kraftfahrzeug umfassen. Die Bewegung des Objekts kann dann extrapoliert werden, um die Trajektorie so zu bestimmen, dass der vorbestimmte Abstand zu dem Objekt zu jedem Zeitpunkt während des Wendemanövers eingehalten wird. Dadurch kann beispielsweise berücksichtigt werden, dass das Kraftfahrzeug nach Abschluss des Wendemanövers eine ausreichend hohe Geschwindigkeit aufweisen sollte, um zu vermeiden, dass ein ursprünglich entgegenkommendes und jetzt nachfolgendes Kraftfahrzeug zu dicht auffährt. In dieser Ausführungsform ist bevorzugt, dass die Trajektorie einschließlich einer Geschwindigkeit des Kraftfahrzeugs entlang der Trajektorie bestimmt wird. Hierfür können weitere Parameter des Kraftfahrzeugs berücksichtigt werden, insbesondere eine Beschleunigungsfähigkeit.

[0009] Es ist besonders bevorzugt, dass Informationen über das Objekt mittels C2C (Car to Car, Fahrzeug-zu-Fahrzeug) Kommunikation oder C2I (Car to Infrastructure, Fahrzeug-zu-Infrastruktur) Kommunikation empfangen werden. Insbesondere kann ein weiteres Kraftfahrzeug, das ein Objekt im oben beschriebenen Sinn darstellt, seine eigene Position, Geschwindigkeit und/oder Beschleunigung auf diese Weise an das gesteuerte Kraftfahrzeug übermitteln. Die Bestimmung der Trajektorie des Objekts kann dadurch schneller, genauer oder sicherer durchgeführt werden.

[0010] Das Fahrzeugmerkmal, auf dessen Basis bestimmt wird, ob die verfügbare Straßenbreite für das Wendemanöver ausreicht, kann insbesondere einen Wendekreis umfassen. Der Wendekreis ist diejenige Kreislinie, die bei Durchfahren einer engstmöglichen Kurve, also bei voll eingeschlagener Lenkung, durch ein radial am weitesten außen liegendes Element des Kraftfahrzeugs beschrieben wird. In einer weiteren Ausführungsform kann hierbei berücksichtigt werden, dass der Wendekreis mit dem fahrzeugspezifischen minimalen Radius nicht unter allen Umständen gleich ist. Beispielsweise kann sich der Radius des Wendekreises vergrößern, wenn ein Reibungskoeffizient zwischen dem Kraftfahrzeug und der Straße gering ist, etwa bei nasser Fahrbahn, Schnee oder Eis. Es ist daher bevorzugt, dass der Wendekreis auf der Basis aktueller Fahrbedingungen bestimmt wird. Diese Fahrbedingungen können außer einem Reibungskoeffizienten auch beispielsweise Seitenwind, ein Gefälle der Straße oder einen Beladungszustand des Kraftfahrzeugs umfassen.

[0011] Eine Vorrichtung zum Wenden eines Kraftfahrzeugs auf einer Straße umfasst einen Sensor zur Abtastung einer verfügbaren Straßenbreite, eine Abtasteinrichtung zur Bestimmung eines Fahrzeugmerkmals, das auf einen Wendekreis des Kraftfahrzeugs hinweist, und eine Verarbeitungseinrichtung, die dazu eingerichtet ist, auf der Basis des Fahrzeugmerkmals zu bestimmen, ob die bestimmte Straßenbreite für ein Wendemanöver ausreicht.

[0012] Der Sensor kann insbesondere auf Basis von Licht- oder Radarsignalen arbeiten und bereits aus anderen Gründen am Kraftfahrzeug verbaut sein. Die Abtasteinrichtung kann insbesondere eine Schnittstelle zu einem anderen System oder Subsystem an Bord des Kraftfahrzeugs umfassen, um das Fahrzeugmerkmal aktuell abzutasten. In einer weiteren Ausführungsform kann die Abtasteinrichtung auch einen Festwertspeicher umfassen, wenn das Fahrzeugmerkmal unveränderlich ist. Die Verarbeitungseinrichtung ist bevorzugterweise dazu eingerichtet, das oben beschriebene Verfahren durchzuführen und kann zusätzlich noch einem anderen Zweck an Bord des Kraftfahrzeugs dienen, insbesondere der Implementation eines weiteren Fahrassistenten.

[0013] Die Erfindung wird nun mit Bezug auf die beigefügten Figuren genauer beschrieben, in denen:

[0014] Fig. 1 ein Kraftfahrzeug;

[0015] Fig. 2 ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zum Wenden des Kraftfahrzeugs von Fig. 1;

[0016] Fig. 3A eine erste Phase eines Wendemanövers des Kraftfahrzeugs von Fig. 1;

[0017] Fig. 3B eine zweite Phase eines Wendemanövers des Kraftfahrzeugs von Fig. 1;

[0018] Fig. 3C eine dritte Phase eines Wendemanövers des Kraftfahrzeugs von Fig. 1;

[0019] Fig. 3D eine vierte Phase eines Wendemanövers des Kraftfahrzeugs von Fig. 1;

[0020] Fig. 4 ein weiteres Wendemanöver des Kraftfahrzeugs von Fig. 1;

[0021] Fig. 5 ein weiteres Wendemanöver des Kraftfahrzeugs von Fig. 1;

[0022] Fig. 6 ein weiteres Wendemanöver des Kraftfahrzeugs von Fig. 1 darstellt.

[0023] Fig. 1 zeigt ein Kraftfahrzeug 100 mit einer Vorrichtung 105 zum Wenden des Kraftfahrzeugs 100, insbesondere auf einer Straße. Die Vorrichtung

105 umfasst eine Verarbeitungseinrichtung **110**, einen Sensor **115** und eine Abtasteinrichtung **120**.

[0024] Es können einer oder mehrere Sensoren **115** vorgesehen sein. Jeder Sensor **115** ist bevorzugterweise dazu eingerichtet, ein Umfeld des Kraftfahrzeugs **100** abzutasten und insbesondere ein Objekt **125** zu bestimmen. Bevorzugterweise werden möglichst genaue Informationen über das Objekt **125** abgetastet, beispielsweise eine Entfernung, eine Richtung, eine Größe und bevorzugterweise auch Bewegungsinformationen wie eine Geschwindigkeit, eine Bewegungsrichtung und/oder eine Beschleunigung. Ein Sensor **115** kann beispielsweise einen Radarsensor, einen Lidarsensor, einen Ultraschallsensor oder eine Kamera umfassen. Unterschiedliche Sensoren **115** können in unterschiedliche Richtungen des Kraftfahrzeugs **100** gerichtet sein. In der Darstellung von **Fig. 1** ist mindestens ein Sensor **115** seitlich ausgerichtet, um eine neben dem Kraftfahrzeug **100** liegende freie Fläche zu bestimmen, die für ein Wendemanöver verwendet werden kann. Ein weiterer Sensor **115** kann nach vorne gerichtet sein, um ein entgegenkommendes Objekt **125**, beispielsweise ein weiteres Kraftfahrzeug **100**, abzutasten. Mittels eines seitlich gerichteten Sensors **115** können auch weitere Objekte **125** abgetastet werden, beispielsweise eine stillstehende oder sich bewegend Person, ein Radfahrer oder ein Hindernis auf oder neben einer Straße **130**, auf der sich das Kraftfahrzeug **100** befindet.

[0025] Die Abtasteinrichtung **120** kann insbesondere eine Schnittstelle umfassen, über die ein statisches oder dynamisches Fahrzeugmerkmal des Kraftfahrzeugs **100** bereitgestellt wird. Das Fahrzeugmerkmal kann beispielsweise von einem anderen System an Bord des Kraftfahrzeugs **100** bereitgestellt werden, etwa einer Fahrwerkssteuerung, einer Fahrdynamiksteuerung oder eines Sicherheitssystems wie ESP oder ABS. In einer weiteren Ausführungsform ist ein Speicher **135** vorgesehen, in dem statische Fahrzeugmerkmale des Kraftfahrzeugs **100** abgelegt sein können. Werden ausschließlich statische Fahrzeugmerkmale verwendet, so kann der Speicher **135** als Abtasteinrichtung **120** dienen. Das Fahrzeugmerkmal weist auf den Wendekreis des Kraftfahrzeugs **100** hin und erlaubt beispielsweise die Bestimmung eines minimalen Wendekreises. In einer weiteren Ausführungsform können im Speicher **135** auch Informationen über ein Umfeld des Kraftfahrzeugs **100** abgelegt sein, beispielsweise wenn der Speicher **135** Karteninformationen umfasst, wie sie etwa von einem Navigationssystem verwendet werden können. In diesem Sinn kann auch der Speicher **135** als Sensor **115** wirken, indem er Informationen über das Umfeld des Kraftfahrzeugs **100** bereitstellt.

[0026] Die Verarbeitungseinrichtung **110** umfasst z. B. einen programmierbaren Mikrocomputer. Die Verarbeitungseinrichtung **110** ist dazu eingerichtet, auf

der Basis einer Abtastung des oder der Sensoren **115** eine verfügbare Breite der Straße **130** zu bestimmen, auf der Basis des mittels der Abtasteinrichtung **120** bezogenen Fahrzeugmerkmals einen Wendekreis des Kraftfahrzeugs **100** zu bestimmen und auf der Basis dieser beiden Zwischenergebnisse zu bestimmen, ob die verfügbare Straßenbreite für ein Wendemanöver des Kraftfahrzeugs **100** ausreicht. Dabei ist insbesondere ein einzügiges Wendemanöver zu verstehen, also ein Umdrehen des Kraftfahrzeugs **100** um im Wesentlichen 180°, ohne es zurückzusetzen.

[0027] In einer weiteren Ausführungsform ist die Verarbeitungseinrichtung **110** dazu eingerichtet, eine Trajektorie **140** zu bestimmen, entlang derer das Kraftfahrzeug **100** fahren kann, um das Wendemanöver zu bewerkstelligen. Die Trajektorie **140** kann berücksichtigen, dass einem oder mehreren Objekten **125** ausgewichen werden muss. Insbesondere kann die Trajektorie **140** so bestimmt werden, dass ein vorbestimmter Mindestabstand **145** zu einem Objekt **125** eingehalten wird. Unterschiedlichen Objekten **125** können unterschiedliche Abstände **145** zugeordnet sein. Der Abstand **145** kann insbesondere abhängig von einer Bewegungsgeschwindigkeit des Objekts **125** sein, wobei das Objekt **125** auch stillstehen kann. Handelt es sich beim Objekt **125** beispielsweise um einen Fußgänger, der die Straße **130** überquert, so kann der Abstand **145** auf beispielsweise ca. 2 m festgelegt werden. Umfasst das Objekt **125** ein entgegenkommendes weiteres Kraftfahrzeug **100**, so kann der einzuhaltende Abstand **145** beispielsweise im Bereich von ca. 10 bis 50 m festgelegt werden, je nachdem, wie schnell das Kraftfahrzeug **125** ist. Zur Bestimmung der Trajektorie **140** kann eine Trajektorie des Objekts **125** vorhergesagt werden. Insbesondere kann die Bewegung des Objekts **125** mittels eines oder mehrerer Sensoren **115** über eine vorbestimmte Zeit verfolgt werden und auf der Basis der gesammelten Informationen kann die Bewegung des Objekts **125** extrapoliert werden, beispielsweise linear oder polynomial.

[0028] In noch einer weiteren Ausführungsform können Informationen über eines oder mehrere Objekte **125** mittels C2C- oder C2I-Kommunikation bestimmt werden. Hierzu kann ein Empfänger **150** vorgesehen und mit der Verarbeitungseinrichtung **110** verbunden sein. Insbesondere kann ein Objekt **125**, das ein weiteres Kraftfahrzeug **100** umfasst, Bewegungs- oder Beschleunigungsinformationen drahtlos bereitstellen, die mittels des Empfängers **150** empfangen und mittels der Verarbeitungseinrichtung **110** verarbeitet werden, um eine Trajektorie des Objekts **125** verbessert zu bestimmen.

[0029] In noch einer weiteren Ausführungsform ist eine Schnittstelle **155** vorgesehen, mittels derer die Verarbeitungseinrichtung **110** einen Aktor an Bord

des Kraftfahrzeugs **100** beeinflussen kann, um eine Längs- oder Quersteuerung des Kraftfahrzeugs **100** zu bewirken. Dadurch kann die vorbestimmte Trajektorie **140** teil- oder vollautomatisch abgefahren werden. In einer anderen Ausführungsform umfasst die Schnittstelle **155** eine Verbindung zu einer optischen, akustischen oder haptischen Ausgabereinrichtung **160** für einen Fahrer des Kraftfahrzeugs **100**. Über die Ausgabereinrichtung **160** kann dem Fahrer beispielsweise signalisiert werden, ob der zur Verfügung stehende Platz auf der Straße **130** für das Wendemanöver ausreicht oder wann ein guter Zeitpunkt ist, um das Wendemanöver einzuleiten. Der Zeitpunkt kann insbesondere bezüglich der Trajektorie des Objekts **125** so bestimmt werden, dass der Abstand **145** eingehalten werden kann.

[0030] Fig. 2 zeigt ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens **200** zum Steuern des Kraftfahrzeugs **100** von Fig. 1. Das Verfahren **200** ist insbesondere zum Ablaufen auf der Verarbeitungseinrichtung **110** der Vorrichtung **105** an Bord des Kraftfahrzeugs **100** eingerichtet.

[0031] In einem Schritt **205** wird eine verfügbare Straßenbreite der Straße **130** bestimmt. Dies kann insbesondere mittels eines oder mehrerer Sensoren **115** erfolgen. In einem Schritt **210** werden statische Fahrzeugdaten und in einem Schritt **215** dynamische Fahrzeugdaten des Kraftfahrzeugs **100** bestimmt. Einer der Schritte **205**, **215**, d. h. das Bestimmen der verfügbaren Straßenbreite oder der dynamischen Fahrzeugdaten, kann auch ausgelassen werden. Optional wird in einem Schritt **220** ein Fahrbahnzustand der Fahrbahn der Straße **130** bestimmt. Auf der Basis des Fahrbahnzustands kann anschließend beispielsweise ein Reibungskoeffizient zwischen Rädern des Kraftfahrzeugs **100** und der Fahrbahn bestimmt werden. Weiter optional kann in einem Schritt **225** eine Trajektorie eines anderen Verkehrsteilnehmers, der in Fig. 1 als Objekt **125** eingeführt wurde, bestimmt werden.

[0032] Auf der Basis der gesammelten Informationen wird in einem Schritt **230** ein Wendemanöver geplant. Dabei können unterschiedliche Ziele verfolgt werden, die sich danach richten können, welche Ausgabe gewünscht ist. In einem Schritt **235** wird lediglich bestimmt, ob das Wendemanöver auf der verfügbaren Straßenbreite durchführbar ist oder nicht. Diese Information kann durch einen Fahrer des Kraftfahrzeugs **100** genutzt werden, um beispielsweise eine bessere Stelle für ein Wendemanöver zu suchen oder ein mehrzügiges Wendemanöver vorzubereiten. Bevorzugterweise wird in einem Schritt **240** ein Startzeitpunkt für das Wendemanöver ausgegeben. Beispielsweise kann ein Signal ausgegeben werden, wenn die Gelegenheit zum Beginnen des Wendemanövers **300** günstig ist, das Wendemanöver **300** also bei einer anzunehmenden Fahrgeschwindigkeit oder

Fahrbeschleunigung so absolviert werden kann, dass vorbestimmte Mindestabstände des Kraftfahrzeugs **100** zu Objekten **125** gewahrt bleiben.

[0033] Es ist bevorzugt, dass die voraussichtliche Trajektorie **140** für das Kraftfahrzeug **100** auf der Basis voraussichtlicher Trajektorien für eines oder mehrere bewegliche Objekte **125** bestimmt wird, sodass die Einhaltung der Abstände überprüft werden kann. Die bestimmte Trajektorie **140** kann Punkte oder Abschnitte umfassen, die in vorbestimmten Zeiträumen durch das Kraftfahrzeug **100** zu passieren sind, um ein gefahrloses Wendemanöver zu ermöglichen. In einem optionalen Schritt **245** kann die bestimmte Trajektorie **140** auch ausgegeben werden, beispielsweise in Form eines optischen Hinweises an den Fahrer des Kraftfahrzeugs **100**. In noch einer weiteren Ausführungsform kann die Ausgabe auch eine teil- oder vollautomatische Steuerung des Kraftfahrzeugs **100** auf der Basis der Trajektorie **140** umfassen.

[0034] Fig. 3 zeigt ein beispielhaftes Wendemanöver **300** des Kraftfahrzeugs **100** von Fig. 1. In Fig. 3A bis Fig. 3D sind aufeinander folgende Phasen des Wendemanövers **300** dargestellt. Alle Darstellungen betreffen den gleichen Abschnitt der Straße **130**. Eine Trajektorie **140**, der das Kraftfahrzeug **100** während des Wendemanövers **300** folgen soll, ist in allen Darstellungen in voller Länge und an einer festen Position bezüglich der Straße **130** eingezeichnet. Im dargestellten Beispiel kommen ein erstes Kraftfahrzeug **305** und ein zweites Kraftfahrzeug **310** dem Kraftfahrzeug **100** entgegen. Das Wendemanöver **300** soll so durchgeführt werden, dass das Kraftfahrzeug **100** nach Abschluss des Wendemanövers **300** in der Lücke zwischen den Kraftfahrzeugen **305** und **310** fährt. Dazu wird die Trajektorie **140** auf der Basis vorausberechneter Trajektorien der Kraftfahrzeuge **305** und **310** bestimmt. Weiter fließen in die Bestimmung der Trajektorie **140** bevorzugterweise eine verfügbare Straßenbreite **315**, ein minimaler Wendekreis des Kraftfahrzeugs **100** und in einer Ausführungsform auch eine Beschleunigungsfähigkeit des Kraftfahrzeugs **100** ein. Die Trajektorie **140** wird so bestimmt, dass vorbestimmte Mindestabstände **145** des Kraftfahrzeugs **100** zu den Kraftfahrzeugen **305** und **310** zu jedem Zeitpunkt des Befahrens der Trajektorie **140** eingehalten werden.

[0035] Fig. 4 zeigt ein weiteres Wendemanöver **300** des Kraftfahrzeugs **100** von Fig. 1. Das Kraftfahrzeug **100** und ein entgegenkommendes Kraftfahrzeug **305** befinden sich im Bereich einer Kreuzung der Straße **130**. Das Wendemanöver **300** kann durch das Kraftfahrzeug **100** begonnen werden, wenn das entgegenkommende Kraftfahrzeug **305** einen ausreichenden Abstand **145** zum Kraftfahrzeug **100** einhält oder zum Anhalten gezwungen ist, beispielsweise durch eine Lichtzeichenanlage im Bereich der Kreuzung. Die Information, welches Signal die Lichtzeichenan-

lage dem entgegenkommenden Kraftfahrzeug **305** ausgibt, kann das Kraftfahrzeug **100** beispielsweise mittels C2I-Kommunikation abtasten. So kann insbesondere ein optimaler Zeitpunkt für das Beginnen des Wendemanövers **300** verbessert bestimmt werden, nämlich bevorzugterweise dann, wenn das Signal für das entgegenkommende Kraftfahrzeug **305** gerade auf „Halten“ umgeschaltet wurde. In einer Ausführungsform kann vor dem Beginnen des Wendemanövers **300** sicher gestellt werden, dass das entgegenkommende Kraftfahrzeug **305** langsamer wird. Das Wendemanöver **300** kann aufgeschoben werden, bis klar ist, dass das Kraftfahrzeug **305** anhalten wird oder angehalten hat.

[0036] Fig. 5 zeigt ein weiteres Wendemanöver **300** des Kraftfahrzeugs **100**. In exemplarischer Weise sind zwei Kraftfahrzeuge **100** auf entgegengesetzten Fahrspuren der Straße **130** dargestellt. Wegen der Biegung der Straße **130** beschreiben die Trajektorien **140** der dargestellten Wendemanöver **300** Winkel von etwas mehr oder etwas weniger als 180° . Es handelt sich jedoch trotzdem um Wendemanöver, das Kraftfahrzeug **100** nach dem Wendemanöver **300** in die Richtung zurückfährt, aus der es vor dem Wendemanöver **300** kam. Anders ausgedrückt wird bei einem Wendemanöver die Fahrtrichtung des Kraftfahrzeugs **100** auf der Straße **130** gegensinnig gewechselt wird. Üblicherweise wechselt das Kraftfahrzeug **100** dabei auch eine Richtungsfahrbahn (Fahrspur), falls die Straße **130** Richtungsfahrbahnen aufweist.

[0037] Fig. 6 zeigt ein weiteres Wendemanöver **300** des Kraftfahrzeugs **100** von Fig. 1. Die Straße **130** ist zweispurig, wobei exemplarisch für jede Fahrtrichtung eine erste Spur **605** und eine zweite Spur **610** zur Verfügung stehen. Zwischen den Fahrspuren **605**, **610** der unterschiedlichen Fahrtrichtungen ist außerdem in exemplarischer Weise eine Verkehrsinsel **615** vorgesehen. In anderen Ausführungsformen können in diesem Bereich auch beispielsweise ein Gleis oder ein Grünstreifen angelegt sein. Das Überfahren des Grünstreifens **615** kann auf eine vorbestimmte Stelle beschränkt sein.

[0038] Je nach Größe des Wendekreises des Kraftfahrzeugs **100** können unterschiedliche Trajektorien **140** beschrieben werden. Eine erste Trajektorie **620** führt das Kraftfahrzeug **100** nach dem Wendemanöver **300** auf die erste Spur **605**, und die zweite Trajektorie **625** auf die zweite Spur **610**. Auf der ersten entgegenkommenden Fahrspur **605** kommt das Kraftfahrzeug **305** dem Kraftfahrzeug **100** entgegen. Wird die zweite Trajektorie **625** gewählt, so muss überprüft werden, ob das Kraftfahrzeug **100** dabei teilweise die erste Spur **605** im Bereich des entgegenkommenden Kraftfahrzeugs **305** mitbenötigt. In diesem Fall oder wenn die erste Trajektorie **620** gewählt wird, muss gewartet werden, bis sich kein Kraftfahrzeug **305** näher als im vorbestimmten Abstand **145** befindet. An-

sondernfalls kann das Kraftfahrzeug **100** auf der zweiten Trajektorie **625** wenden, ohne das entgegenkommende Kraftfahrzeug **305** zu behindern.

Bezugszeichenliste

100	Kraftfahrzeug
105	Vorrichtung
110	Verarbeitungseinrichtung
115	Sensor
120	Abtasteinrichtung
125	Objekt
130	Straße
135	Speicher
140	Trajektorie des Kraftfahrzeugs 100
145	Abstand
150	Empfänger
155	Schnittstelle
160	Ausgabereinrichtung
200	Verfahren
205	Straßenbreite bestimmen
210	statische Fahrzeugdaten
215	dynamische Fahrzeugdaten
220	Fahrbahnzustand bestimmen
225	Trajektorien anderer Verkehrsteilnehmer bestimmen
230	Wendemanöver bestimmen
235	Ausgabe: Wendemanöver möglich / nicht möglich
240	Ausgabe: Startzeitpunkt für Wendemanöver
245	Ausgabe: Trajektorie für Wendemanöver
300	Wendemanöver
305	erstes Kraftfahrzeug
310	zweites Kraftfahrzeug
315	verfügbare Straßenbreite
605	erste Spur
610	zweite Spur
615	Grünstreifen etc.
620	erste Trajektorie
625	zweite Trajektorie

Patentansprüche

1. Verfahren (**200**) zum Wenden eines Kraftfahrzeugs (**100**) auf einer Straße (**130**), folgende Schritte umfassend: Abtasten (**205**) einer verfügbaren Straßenbreite (**315**); Erfassen (**210**, **215**) eines Fahrzeugmerkmals, das auf einen Wendekreis des Kraftfahrzeugs (**100**) hinweist; und Bestimmen (**230**), auf der Basis des Fahrzeugmerkmals, ob die verfügbare Straßenbreite (**315**) für ein Wendemanöver (**300**) ausreicht.
2. Verfahren (**200**) nach Anspruch 1, wobei das Wendemanöver (**300**) einzügig ist.
3. Verfahren (**200**) nach Anspruch 1 oder 2, wobei eine Trajektorie (**140**) für das Wendemanöver (**300**) des Kraftfahrzeugs (**100**) bestimmt wird.

4. Verfahren (200) nach Anspruch 3, wobei ein Objekt (125) im Umfeld des Kraftfahrzeugs (100) erfasst und die Trajektorie (140) so bestimmt wird, dass ein vorbestimmter Abstand (145) zum Objekt (125) eingehalten wird.

5. Verfahren (200) nach Anspruch 4, wobei eine Bewegung des Objekts (125) erfasst und für das Wendemanöver (300) extrapoliert wird.

6. Verfahren (200) nach Anspruch 5, wobei das Objekt (125) ein entgegenkommendes weiteres Kraftfahrzeug (305, 310) umfasst.

7. Verfahren (200) nach einem der Ansprüche 4 bis 6, wobei Informationen über das Objekt (125) mittels C2C- oder C2I-Kommunikation empfangen (225) werden.

8. Verfahren (200) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Fahrzeugmerkmal einen Wendekreis umfasst.

9. Verfahren (200) nach Anspruch 7, wobei der Wendekreis auf der Basis aktueller Fahrbedingungen bestimmt (210) wird.

10. Vorrichtung (105) zum Wenden eines Kraftfahrzeugs (100) auf einer Straße (130) nach einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die Vorrichtung eine Steuerung und die Steuerung folgendes umfasst: einen Sensor (115) zur Abtastung einer verfügbaren Straßenbreite (315); eine Abtasteinrichtung (120) zur Bestimmung eines Fahrzeugmerkmals, das auf einen Wendekreis des Kraftfahrzeugs (100) hinweist; und eine Verarbeitungseinrichtung (110), die dazu eingerichtet ist, auf der Basis des Fahrzeugmerkmals zu bestimmen, ob die bestimmte Straßenbreite (315) für ein Wendemanöver (300) ausreicht.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

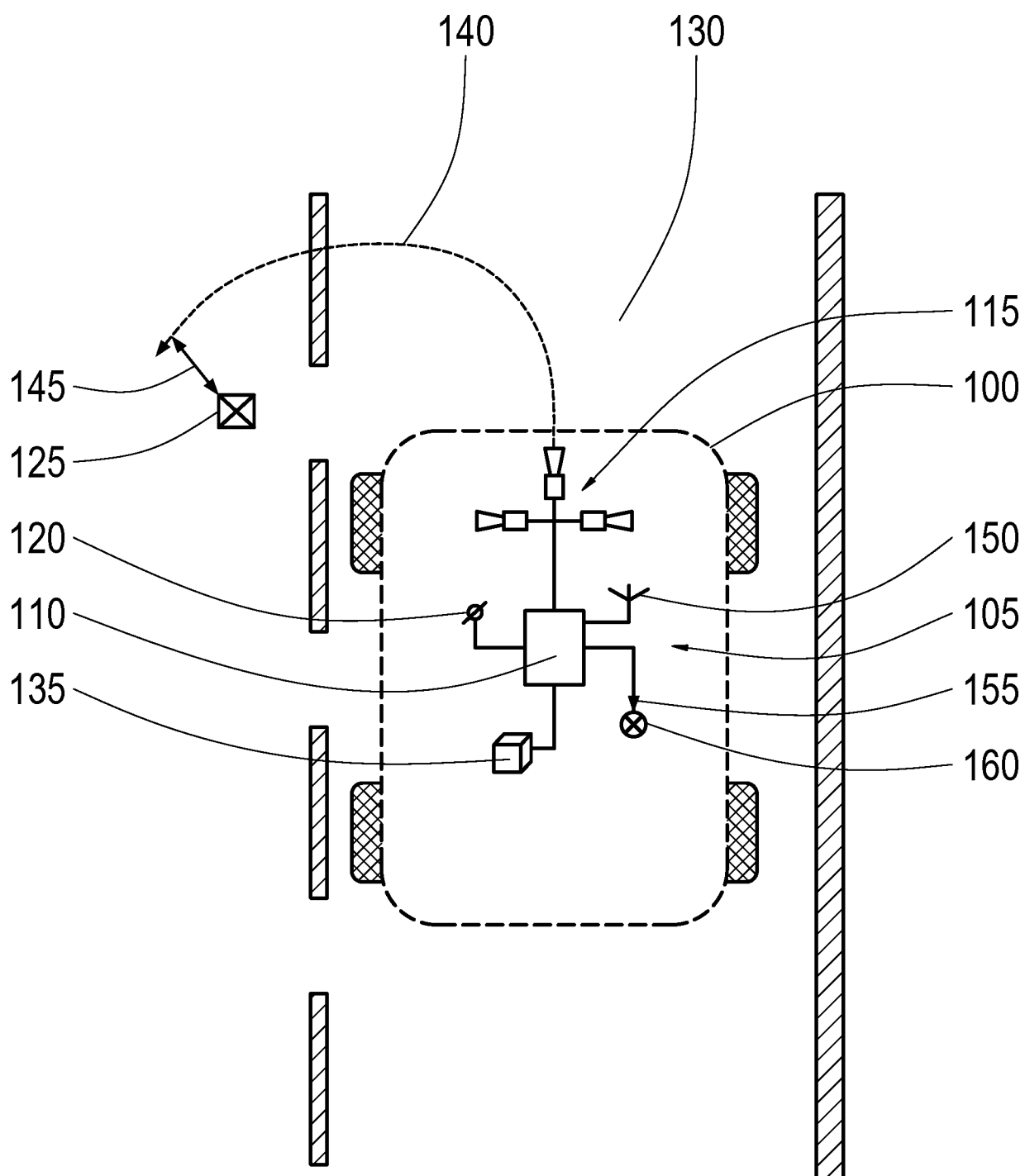


Fig. 1

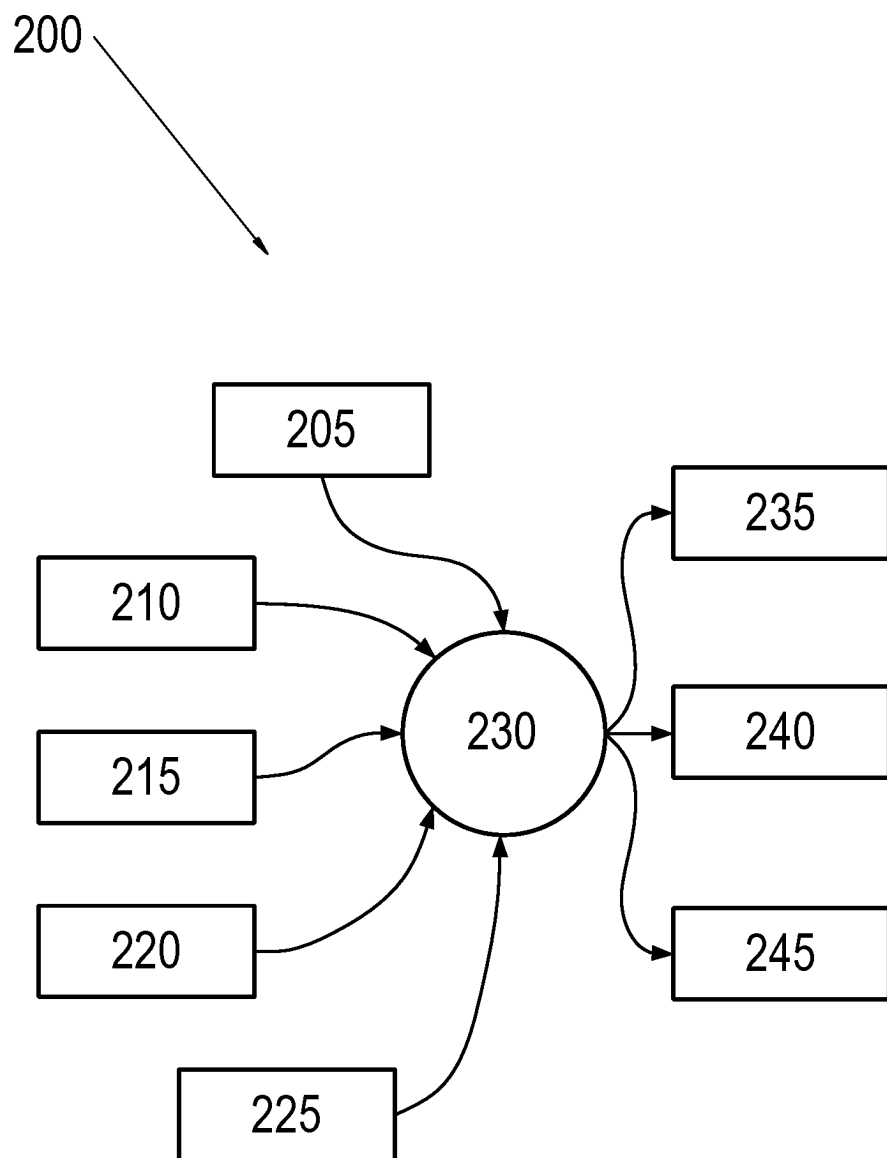
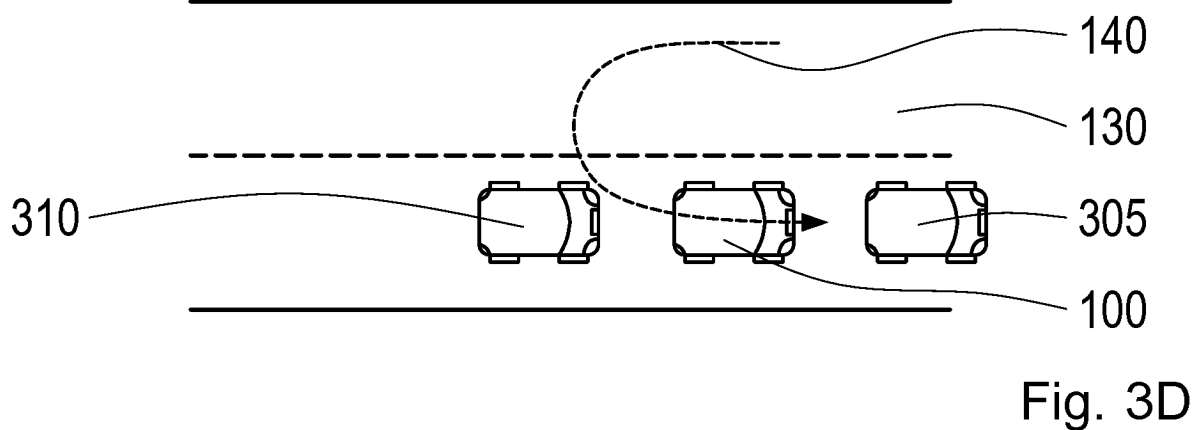
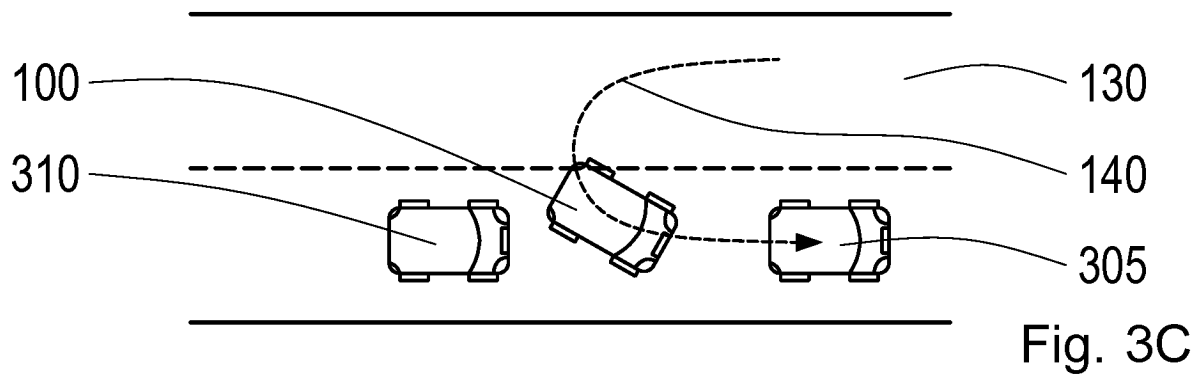
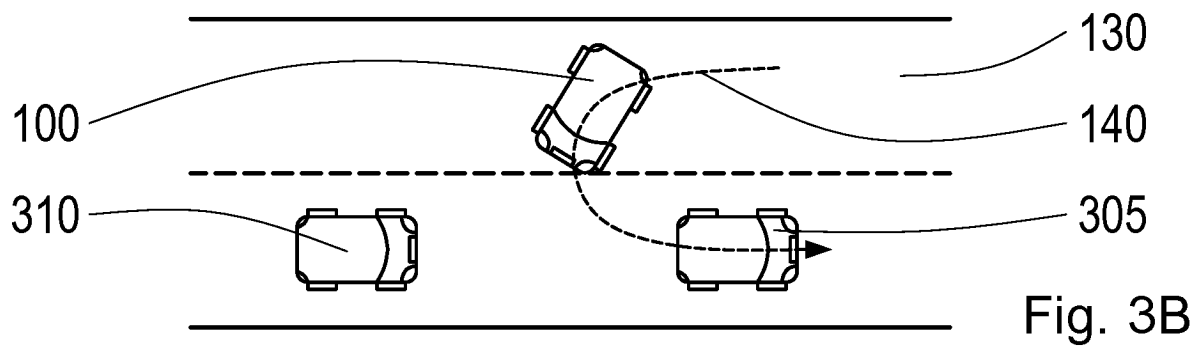
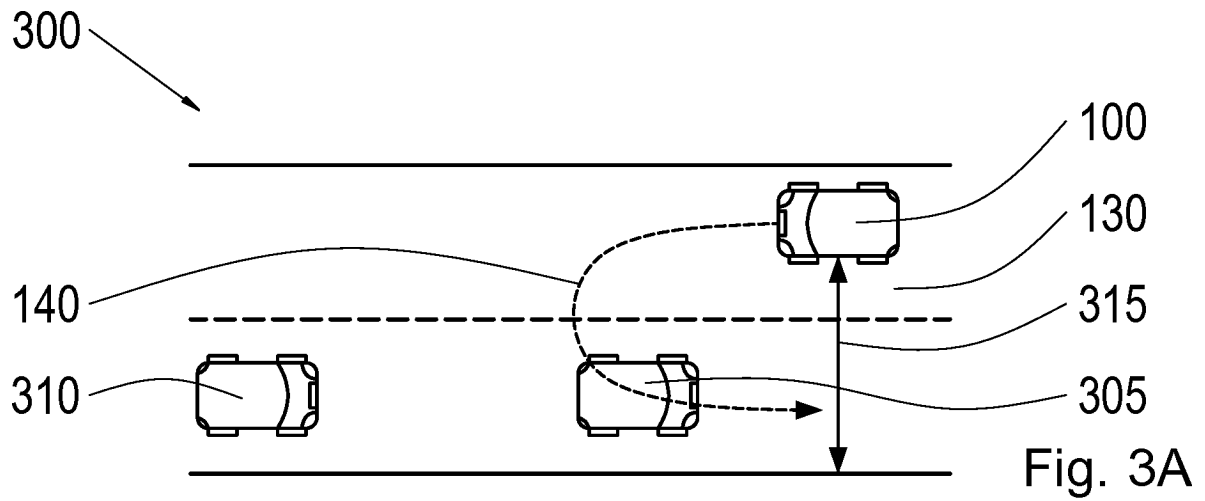


Fig. 2



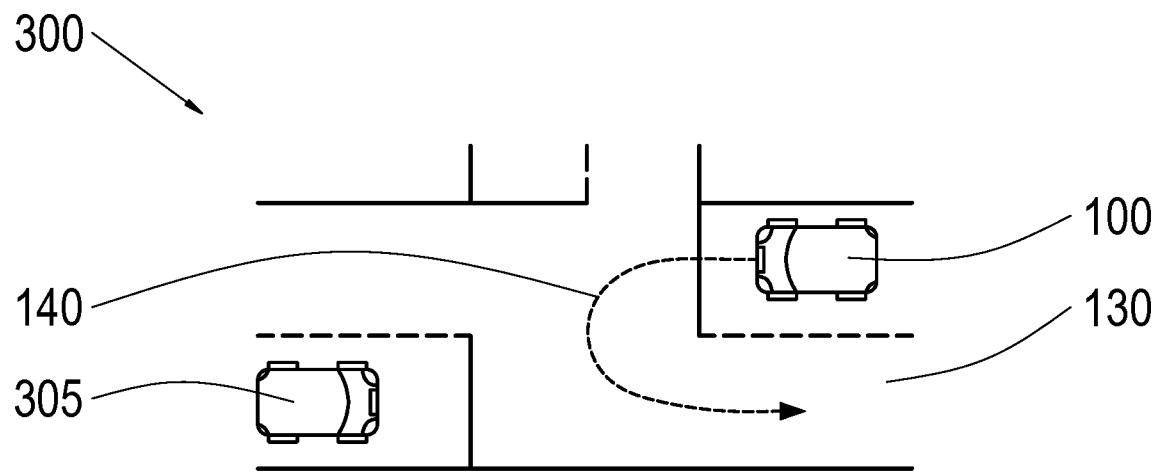


Fig. 4

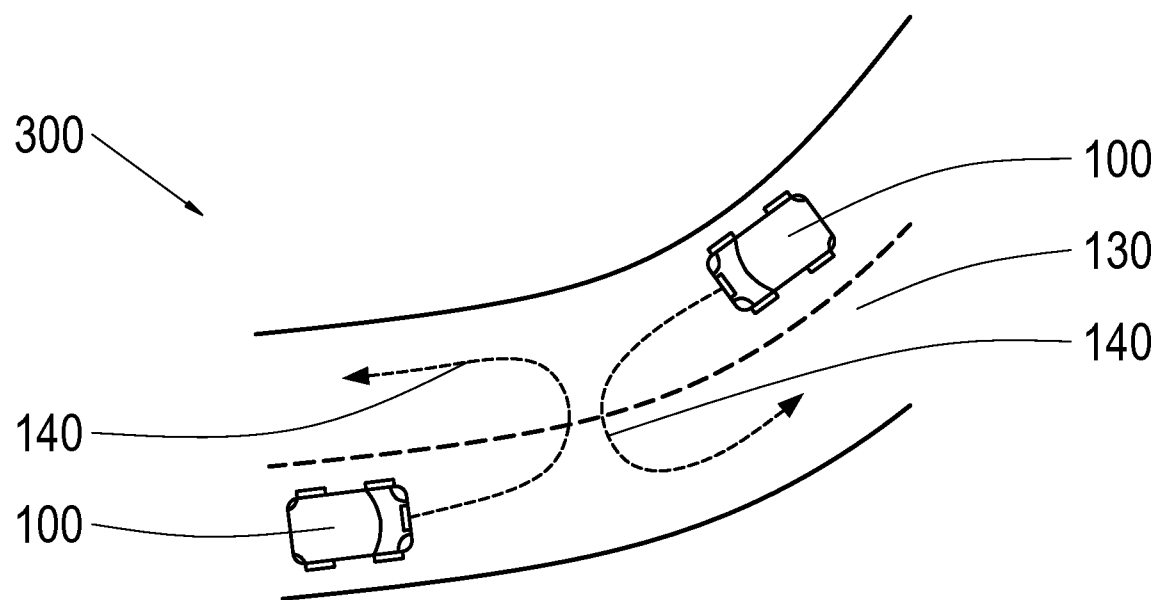


Fig. 5

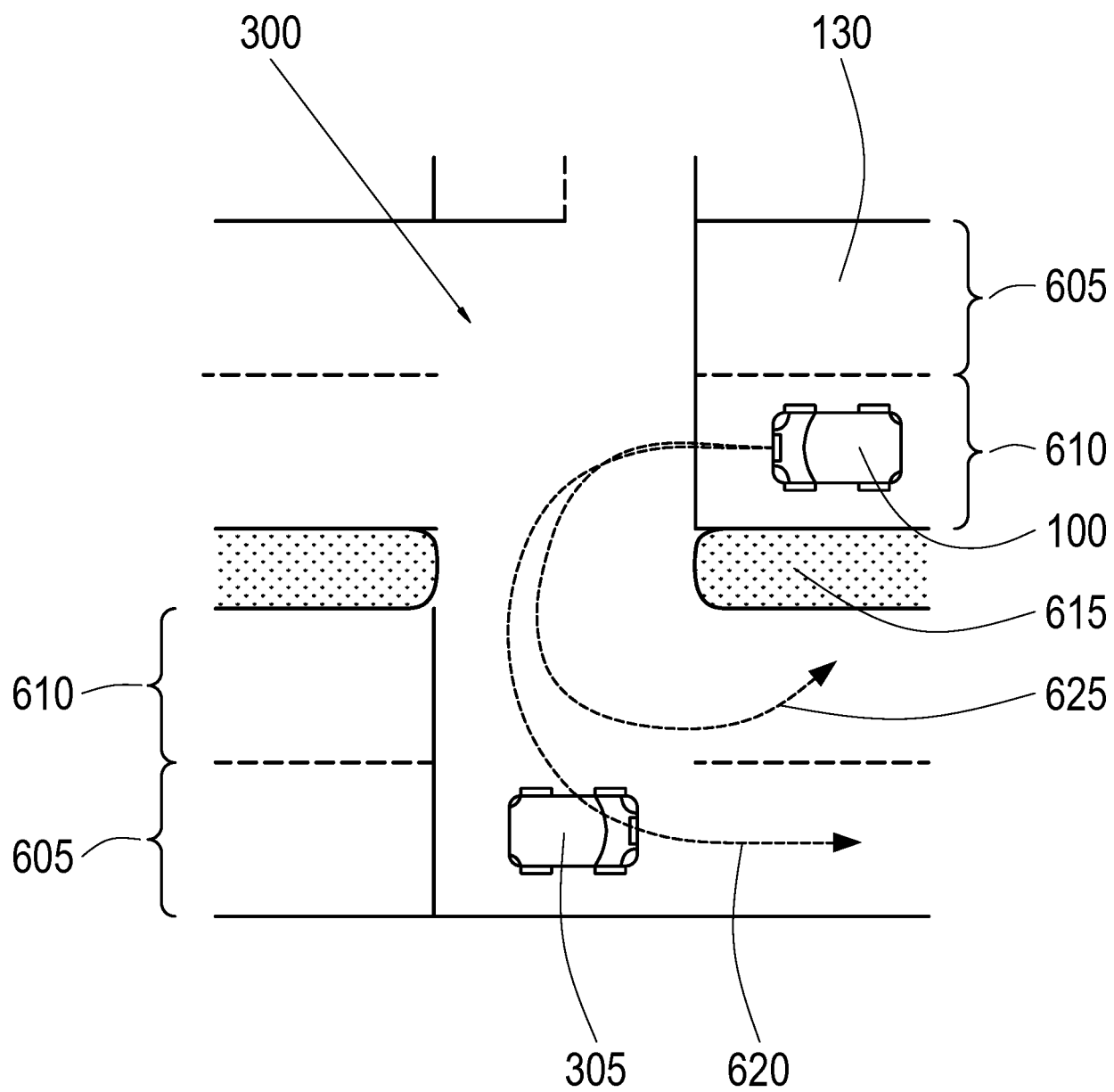


Fig. 6