



(10) **DE 10 2023 202 397 A1** 2024.09.19

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2023 202 397.0**

(22) Anmeldetag: **16.03.2023**

(43) Offenlegungstag: **19.09.2024**

(51) Int Cl.: **B60W 30/08 (2012.01)**
G08G 1/16 (2006.01)

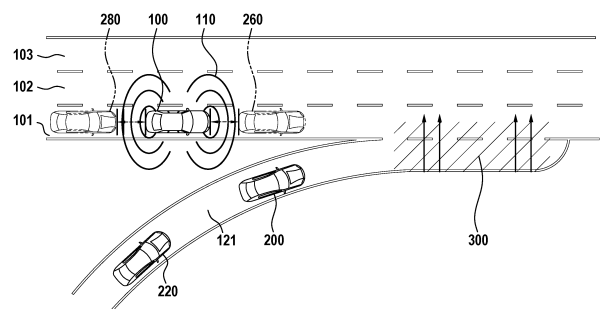
(71) Anmelder:
**Robert Bosch Gesellschaft mit beschränkter
Haftung, 70469 Stuttgart, DE**

(72) Erfinder:
Kueperkoch, Stefan, 74074 Heilbronn, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Fahrerunterstützung bei Kraftfahrzeugen**

(57) Zusammenfassung: Ein Verfahren zur Fahrerunterstützung bei Kraftfahrzeugen in einer Verkehrssituation, in der bei einer Zusammenführung von zwei Fahrspuren (101, 121) wenigstens ein Fahrzeug (200, 220) von einer Einfädelspur (121) auf eine Fahrspur (101) einfährt, auf der ein anderes Fahrzeug (100) fährt, mit einer Umfeldsensorik (110) zur Erfassung des Verkehrsumfeldes, einschließlich des Verkehrs auf der Einfädelspur (121), ermöglicht ein kooperatives Verhalten des Fahrzeugs (100) auf der Fahrspur (101).



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Fahrerunterstützung bei Kraftfahrzeugen in einer Verkehrssituation, in der bei einer Zusammenführung von zwei Fahrspuren wenigstens ein Fahrzeug von einer Einfädelspur auf eine Fahrspur einfährt, auf der ein anderes Fahrzeug fährt, mit einer Umfeldsensorik zur Erfassung des Verkehrsumfeldes, einschließlich des Verkehrs auf der Einfädelspur und einer Nebenspur.

Stand der Technik

[0002] Verfahren zur Fahrerunterstützung bei Kraftfahrzeugen in Verkehrssituationen werden heute schon in vielen Fahrzeugen eingesetzt. Eine grundlegende Funktion von Fahrer-Assistenzfunktionen und automatisierten Fahrzeugen ist die Abstandsregelung auf vorausfahrende (langsamere) Fahrzeuge (bekannt als ACC: Automatic Cruise Control). Hierbei werden vorausfahrende Fahrzeuge durch eine Umfeldsensorik, zum Beispiel Radarsensoren, Lidar-Sensoren oder Videosensoren, erfasst und der Abstand zu dem vorausfahrenden Fahrzeug berechnet. Hierdurch kann ein Soll-Abstand, das heißt ein Sicherheitsabstand berechnet werden und über Beschleunigen oder Bremsen des betrachteten Fahrzeugs, welches auch als Ego-Fahrzeug bezeichnet wird, automatisch eingestellt werden.

[0003] Ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Fahrerunterstützung geht beispielsweise aus der EP 1 758 755 B1 hervor. Das Verfahren zur Fahrerunterstützung bei Kraftfahrzeugen in einer Verkehrssituation, in der ein Fahrzeug vor einem anderen Fahrzeug auf eine Nebenspur wechselt, ist dadurch gekennzeichnet, dass bei einem Spurwechselwunsch des Fahrers anhand der Daten, welche eine Umfeldsensorik zur Erfassung des Verkehrsumfeldes einschließlich des Verkehrs auf einer Nebenspur erfasst, zuerst eine Empfehlung für eine vorzunehmende Beschleunigung des Fahrzeugs beziehungsweise eine zu erreichende Geschwindigkeit für den Spurwechsel angezeigt wird und dass dann dem Fahrer eine Spurwechselempfehlung ausgegeben wird, wenn der Mindestabstand bei einem Spurwechsel zum nachfolgenden Fahrzeug auf der Nebenspur ohne Spurwechsel erreicht ist.

[0004] Eine besondere Herausforderung sind nun Spur-Zusammenführungen, bei denen sich andere Verkehrsteilnehmer in die Spur des Ego-Fahrzeugs einfädeln müssen. Solche Spur-Zusammenführungen sind beispielsweise bei Autobahn-Einfahrten gegeben. In diesen Situationen ist ein kooperatives Verhalten des Ego-Fahrzeugs wünschenswert: Es soll bei Bedarf dem einfahrenden Fahrzeug frühzeitig Platz zum Einscheren gegeben werden. Das kann entweder durch einen Spurwechsel auf eine Neben-

spur, falls diese frei ist, das heißt, nicht von einem anderen Fahrzeug belegt ist, oder durch Anpassung der Geschwindigkeit des Ego-Fahrzeugs geschehen. Hierzu wird das Ego-Fahrzeug entweder beschleunigt oder abgebremst, um dem Fahrzeug auf der Einfädelspur entsprechend Platz zu geben, den Einfädelvorgang abzuschließen. Problematisch ist nun, dass aktuelle Assistenzsysteme oft zu spät oder gar nicht auf solche von einer Einfädelspur auf eine Fahrspur einfahrenden Fahrzeuge reagieren, da meistens nur Fahrzeuge auf der gleichen Spur oder auf einer Nebenspur beachtet werden.

Offenbarung der Erfindung

[0005] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Fahrerunterstützung bei Kraftfahrzeugen in einer Verkehrssituation, in der bei einer Zusammenführung von zwei Fahrspuren wenigstens ein Fahrzeug von einer Einfädelspur auf eine Fahrspur einfährt, auf der ein anderes Fahrzeug, nachfolgend Ego-Fahrzeug genannt, fährt, ermöglicht ein kooperatives Verhalten des Ego-Fahrzeugs. Es ist durch folgende Schritte gekennzeichnet:

A Bestimmen eines Einfädelbereichs in Abhängigkeit von den Fahrdaten des Fahrzeugs auf der Fahrspur und von den Fahrdaten des wenigstens einen Fahrzeugs auf der Einfädelspur, wobei der Beginn des Einfädelbereichs und fakultativ der Verlauf der Einfädelspur (Krümmungsverlauf) durch die Umfeldsensorik und/oder Kartendaten in Verbindung mit einer Lokalisierung des Fahrzeugs bestimmt werden,

B Bestimmen einer Distanz des wenigstens einen Fahrzeugs auf der Einfädelspur zum Einfädelbereich,

C Festlegen wenigstens eines virtuellen Fahrzeugs auf der Fahrspur in einem Abstand von dem Einfädelbereich, welcher der Distanz des wenigstens einen Fahrzeugs auf der Einfädelspur zum Einfädelbereich entspricht,

D Berechnen des voraussichtlichen Geschwindigkeitsverlaufs des wenigstens einen Fahrzeugs auf der Einfädelspur und daraus einer Kollisionswahrscheinlichkeit zwischen dem Fahrzeug auf der Fahrspur und dem wenigstens einen virtuellen Fahrzeug vor Erreichen des Einfädelbereichs sowie im dem Einfädelbereich.

E Ausgeben eines Informationssignals an den Fahrer des Fahrzeugs auf der Fahrspur und/oder automatische Anpassung der Fahrdaten und/oder Durchführung eines Fahrmanövers des Fahrzeugs auf der Fahrspur in Abhängigkeit von den von der Umfeldsensorik in Bezug auf das wenigstens eine virtuelle Fahrzeug auf der Fahrspur erfassten Daten und der berechneten Kollisionswahrscheinlichkeit,

F Rücksprung nach Schritt B, so lange, bis beide Fahrspuren zusammengeführt sind und entweder das Fahrzeug auf der Einfädelspur auf die Fahrspur eingefahren ist oder das Fahrzeug auf der Fahrspur den Einfädelbereich passiert hat, bevor das Fahrzeug auf der Einfädelspur auf die Fahrspur eingefahren ist.

[0006] Dieses Verfahren ermöglicht es dem Ego-Fahrzeug, frühzeitig auf das von der Einfädelspur auf die Fahrspur einfahrende Fahrzeug zu reagieren und so bei Bedarf dem einfahrenden Fahrzeug Platz zum Einscheren zu machen.

[0007] Das Informationssignal, das an den Fahrer des Ego-Fahrzeugs ausgegeben wird, kann beispielsweise eine akustische und/oder eine optische Anzeige steuern, die dem Fahrer eine vorzunehmende Handlung signalisiert, beispielsweise Abbremsen des Ego-Fahrzeugs, Beschleunigen des Ego-Fahrzeugs oder Vornahme eines Spurwechsels.

[0008] Das Informationssignal kann auch eine Sprachausgabe steuern, so dass dem Fahrer des Ego-Fahrzeugs mit Hilfe der Sprachausgabe die vorzunehmende Handlung mitgeteilt wird.

[0009] Das Informationssignal kann insbesondere abhängig von den Signalen wenigstens eines Sensors zur Überwachung des Rückraums auf der Nebenspur hinter dem Ego-Fahrzeug und wenigstens eines Sensors zur Überwachung der Nebenspur in Höhe des Ego-Fahrzeugs erzeugt werden. In diesem Falle ist eine Überwachung des rückwärtigen und des seitlichen Verkehrs hinter beziehungsweise neben dem Ego-Fahrzeug möglich, um dem Fahrer beispielsweise zu signalisieren, auf die Nebenspur zu wechseln, um so dem einfädelnden Fahrzeug für dessen Einfädelvorgang Platz zu schaffen.

[0010] Das Verfahren sieht neben der Ausgabe eines Informationssignals auch eine automatische Anpassung der Fahrdaten des Ego-Fahrzeugs in Abhängigkeit von den von der Umfeldsensorik in Bezug auf das wenigstens eine virtuelle Fahrzeug auf der Fahrspur erfassten Daten vor.

[0011] Dabei umfassen die Fahrdaten des Ego-Fahrzeugs und die Fahrdaten des wenigstens einen virtuellen Fahrzeugs auf der Fahrspur die Geschwindigkeit des Ego-Fahrzeugs und die Geschwindigkeit des wenigstens einen virtuellen Fahrzeugs auf der Fahrspur.

[0012] Aus der Geschwindigkeit des Ego-Fahrzeugs und der Geschwindigkeit des wenigstens einen virtuellen Fahrzeugs auf der Fahrspur wird eine Kollisionswahrscheinlichkeit im Einfädelbereich zwischen dem Ego-Fahrzeug und dem wenigstens

einen virtuellen Fahrzeug auf der Fahrspur bestimmt und es werden in Abhängigkeit von der Kollisionswahrscheinlichkeit die Fahrdaten des Ego-Fahrzeugs angepasst. Im einfachsten Fall wird hier eine konstante Geschwindigkeit des Fahrzeugs auf der Einfädelspur und des diesem zugeordneten virtuellen Fahrzeugs angenommen. Vorteilhafterweise wird aus dem Verlauf der Einfädelspur (insbesondere dem Verlauf der Krümmung) und dem Typ des einfahrenden Fahrzeugs (PKW, LKW, Motorrad, ...) ein voraussichtlicher Geschwindigkeitsverlauf des wenigstens einen Fahrzeugs auf der Einfädelspur berechnet, der dem Geschwindigkeitsverlauf des wenigstens einen virtuellen Fahrzeugs entspricht.

[0013] Wenn dabei keine Kollisionswahrscheinlichkeit existiert, beispielsweise weil das einfahrende Fahrzeug den Einfädelbereich zeitlich nach dem Ego-Fahrzeug erreicht, wird die Geschwindigkeit des Ego-Fahrzeugs nicht verändert. In diesem Falle fährt das Ego-Fahrzeug gewissermaßen „durch das virtuelle Fahrzeug hindurch“, bevor es den Einfädelbereich erreicht

[0014] Wenn allerdings eine Kollisionswahrscheinlichkeit im Einfädelbereich existiert, wird eines der folgenden Szenarien festgelegt:

- Es erfolgt ein Spurwechsel auf die Nebenspur des Ego-Fahrzeugs, wenn die Umfeldsensorik eine ausreichend große Lücke auf der Nebenspur feststellt.
- falls kein Spurwechsel möglich ist: die Geschwindigkeit des Ego-Fahrzeugs wird zur Erzeugung bzw. Einhaltung eines geeigneten Sicherheits-Abstands zum virtuellen Fahrzeug auf der Fahrspur angepasst.
- Es wird die Geschwindigkeit des Ego-Fahrzeugs zum Überholen des virtuellen Fahrzeugs auf der Fahrspur erhöht, sofern dies möglich und erlaubt ist.
- Die Differenzgeschwindigkeit zwischen dem Ego-Fahrzeug und dem virtuellen Fahrzeug auf der Fahrspur wird begrenzt.

[0015] Durch diese Szenarien werden Kollisionen des Ego-Fahrzeugs mit dem einfädelnden Fahrzeug wirkungsvoll vermieden.

[0016] Dabei werden Kollisionen nicht nur beim Einfahren eines Fahrzeugs auf der Einfädelspur wirkungsvoll vermieden, sondern es können auch mehrere einfahrende Fahrzeuge mit Hilfe dieses Verfahrens berücksichtigt werden. In diesem Falle wird nicht nur ein virtuelles Fahrzeug auf der Fahrspur festgelegt, sondern es werden mehrere Fahrzeuge, die auf der Einfädelspur fahren, gewissermaßen als virtuelle Fahrzeuge auf die Fahrspur des Ego-Fahrzeugs projiziert, das heißt, es werden meh-

rere virtuelle Fahrzeuge auf der Fahrspur des Ego-Fahrzeugs festgelegt, so dass das Ego-Fahrzeug beispielsweise auf die Mitte der Lücke zwischen diesen virtuellen Fahrzeugen eingeregelt werden kann, um diesen Fahrzeugen später in der Einfädelzone ein Einscheren zu ermöglichen.

[0017] Das Computerprogramm ist eingerichtet, jeden Schritt des Verfahrens durchzuführen, insbesondere, wenn es auf einem Rechengerät oder Steuergerät durchgeführt wird. Es ermöglicht die Implementierung des Verfahrens in einem herkömmlichen elektronischen Steuergerät, ohne hieran bauliche Veränderungen vornehmen zu müssen. Hierzu ist es auf dem maschinenlesbaren Speichermedium gespeichert. Durch Aufspielen des Computerprogramms auf ein herkömmliches elektronisches Steuergerät wird das elektronische Steuergerät erhalten, welches eingerichtet ist, um mittels eines Verfahrens der vorbeschriebenen Art eine Fahrerunterstützung eines Kraftfahrzeugs zu steuern. Dieses Steuergerät kann auch als ein zusätzliches Steuergerät realisiert sein.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0018] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

Fig. 1 zeigt eine aus dem Stand der Technik bekannte Verkehrssituation, bei der ein Ego-Fahrzeug ein vor ihm auf der gleichen Fahrspur vorausfahrendes Fahrzeug mittels der Umfeldsensorik erfasst und eine Fahrerunterstützung bereitstellt.

Fig. 2 zeigt eine Verkehrssituation, bei der ein Fahrzeug von einer Einfädelspur auf eine Fahrspur des Ego-Fahrzeugs einfährt, wobei das einfädelnde Fahrzeug von dem Ego-Fahrzeug nicht für eine Fahrerunterstützung verwendet wird.

Fig. 3 zeigt eine Verkehrssituation, bei der das erfindungsgemäße Verfahren zum Einsatz kommt.

Fig. 4 zeigt eine Verkehrssituation zur Erläuterung des erfindungsgemäßen Verfahrens mit zwei Fahrzeugen auf der Einfädelspur.

Fig. 5 zeigt den allgemeinen Einsatz des erfindungsgemäßen Verfahrens auch innerhalb eines beliebigen Einfädelbereichs (ohne Spurtrennung) bei einer voraussichtlichen Absicht für einen Spurwechsel eines Fahrzeugs auf die Spur des Ego-Fahrzeugs.

Fig. 6 zeigt ein vereinfachtes Blockdiagramm eines Fahrerassistenzsystems für ein Fahrzeug.

Ausführungsbeispiele der Erfindung

[0019] **Fig. 1** zeigt eine Abstandsregelung auf langsamere vorausfahrende Fahrzeuge, die auch als ACC: Automatic Cruise Control bekannt ist. Eine Fahrbahn weist eine Fahrspur 101 auf, auf der ein Fahrzeug 100, welches nachfolgend als Ego-Fahrzeug bezeichnet wird, fährt, sowie eine Nebenspur 102 und eine weitere Nebenspur 103. Das Ego-Fahrzeug 100 verfügt über Umfeldsensorik 110 zur Erfassung des Verkehrsumfeldes einschließlich einer Nebenspur. Diese Umfeldsensorik 100 kann beispielsweise Radarsensoren und/oder Ultraschallsensoren und/oder Lidar-Sensoren und/oder Videosensoren und/oder Kamerasensoren umfassen. Die Umfeldsensorik 110 ist in der **Fig. 1** schematisch und beispielhaft durch Signale eines Radarsensors dargestellt. Abhängig von dieser Umfeldsensorik 110 wird der Abstand eines auf der Fahrspur 101 des Ego-Fahrzeugs 100 vorausfahrenden Fahrzeugs 120 berechnet. Damit kann ein Soll-Abstand 111, der auch als Sicherheitsabstand bezeichnet wird, berechnet werden und über Beschleunigen oder Bremsen des Ego-Fahrzeugs 100 automatisch eingeregelt werden.

[0020] Eine besondere Herausforderung sind Spur-Zusammenführungen, wie sie schematisch in **Fig. 2** dargestellt sind, bei denen sich andere Verkehrsteilnehmer in die Spur des Ego-Fahrzeugs 100 einfädeln müssen. Solche Situationen treten beispielsweise bei Autobahn-Einfahrten auf. Ein einfahrendes Fahrzeug 200 befindet sich auf einer Einfädelspur 121 und möchte in die Fahrspur 101 des Ego-Fahrzeugs 100 einfahren. Die Umfeldsensorik 110 des Ego-Fahrzeugs 100 hat in diesem Falle das einfahrende Fahrzeug 200 nicht erfasst bzw. reagiert nicht darauf. Hier wäre ein kooperatives Verhalten des Ego-Fahrzeugs 100 wünschenswert: Es soll bei Bedarf dem einfahrenden Fahrzeug 200 frühzeitig Platz zum Einscheren geben. Das kann beispielsweise durch einen Spurwechsel auf die Nebenspur 102 - falls auf dieser eine ausreichende Lücke vorhanden ist - geschehen oder durch Anpassung der Geschwindigkeit des Ego-Fahrzeugs 100. Anpassung der Geschwindigkeit bedeutet, dass das Ego-Fahrzeug 100 beschleunigt oder abgebremst wird, um entsprechend dem einfädelnden Fahrzeug 200 Platz zum Einscheren zur Verfügung zu stellen.

[0021] Aktuelle Assistenzsysteme reagieren nun allerdings oft zu spät oder gar nicht auf solche einfahrenden Fahrzeuge 200, da meistens nur Fahrzeuge auf der gleichen Spur 101 oder auf der Nachbarspur 102 beachtet werden, nicht aber Fahrzeuge 200 auf einer Einfädelspur 121, wie dies schematisch in **Fig. 2** dargestellt ist. Es soll daher bei Spur-Zusammenführungen, beispielsweise bei Autobahn-Einfahrten, das Ego-Fahrzeug 100, welches beispielsweise ein automatisiertes Fahrzeug ist, frühzei-

tig auf einfahrende Fahrzeuge 200 reagieren, um so bei Bedarf dem einfahrenden Fahrzeug 200 Platz zum Einscheren zu geben. Dieses Verhalten verbessert die Kooperation und die Sicherheit und steigert den Verkehrsfluss und die Akzeptanz der automatischen Fahrfunktion.

[0022] Ein Verfahren, welches dieses Ziel erreicht, wird nachfolgend in Verbindung mit **Fig. 3** beschrieben. Ausgegangen wird von einem Ego-Fahrzeug 100 auf einer Fahrspur 101. Ein Fahrzeug 200 befindet sich auf der Einfädelspur 121. Zunächst wird ein Einfädelbereich 300, der im Englischen auch als „merge zone“ bezeichnet wird, in Abhängigkeit von den Fahrdaten des Ego-Fahrzeugs 100 und von den Fahrdaten des Fahrzeugs 200 auf der Einfädelspur 121 bestimmt. Fahrdaten bedeuten dabei insbesondere die Geschwindigkeit des Ego-Fahrzeugs 100 und die Geschwindigkeit und ggf. der Fahrzeugtyp (PKW, LKW, Motorrad, ...) des Fahrzeugs 200 auf der Einfädelspur 121. Sodann wird in einem weiteren Schritt die Distanz s des Fahrzeugs 200 auf der Einfädelspur 121 zu diesem Einfädelbereich 300 bestimmt. Diese Distanz s ist in **Fig. 3** durch die Bogenlänge des Bogens zwischen dem Fahrzeug 200 und dem Einfädelbereich 300 definiert. Die Bogenlänge kann ggf. durch eine Sekante approximiert werden. Im darauffolgenden nächsten Schritt wird ein virtuelles Fahrzeug 260 auf der Spur 101 des Ego-Fahrzeugs 100 festgelegt, das sich in einem Abstand von dem Einfädelbereich 300 befindet, welcher der Distanz s des Fahrzeugs 200 auf der Einfädelspur 121 zum Einfädelbereich 300 entspricht. Das Fahrzeug 200 auf der Einfädelspur 121 wird gewissermaßen auf die Fahrspur 101 des Ego-Fahrzeugs 100 „projiziert“. Das Ergebnis dieser „Projektion“ ist das virtuelle Fahrzeug 260, welches sich nun vor dem Ego-Fahrzeug 100 auf der Spur 101 befindet. Dieses virtuelle Fahrzeug 260 erhält die gleichen Objekt-Eigenschaften wie das reale Fahrzeug 200 auf der Einfädelspur 121. Das heißt, die Größe, der Typ, die Geschwindigkeit des virtuellen Fahrzeugs 260 entsprechen denjenigen des Fahrzeugs 200 auf der Einfädelspur 121. Zusätzlich erhält dieses virtuelle Fahrzeug 260 die Information, dass es virtuell ist, und ihm wird der Abstand s bis zum Einfädelbereich 300 zugeordnet.

[0023] In einem weiteren Schritt wird nun ein Informationssignal an den Fahrer des Ego-Fahrzeugs 100 und/oder eine automatische Anpassung der Fahrdaten des Ego-Fahrzeugs 100 in Abhängigkeit von den von der Umfeldsensorik 110 in Bezug auf das virtuelle Fahrzeug 260 erfassten Daten ausgegeben. Es erfolgt dann ein Rücksprung auf den ersten Verfahrensschritt, also das Bestimmen des Einfädelbereichs 300, und das Verfahren wird so lange durchgeführt, bis beide Fahrspuren, das heißt die Einfädelspur 121 und die Fahrspur 101, zusammengeführt sind, das heißt mit anderen Worten, bis die

Einfädelspur 121 in die Fahrspur 101 gemündet ist. Es wird mit anderen Worten das Fahrzeug 200 auf der Einfädelspur 121 in jedem Berechnungszyklus des automatisierten Ego-Fahrzeugs 100 neu auf die Fahrspur 101 projiziert, so dass sich das projizierte virtuelle Fahrzeug 260 mit der gleichen Geschwindigkeit bewegt wie das auf der Einfädelspur 121 einfahrende Fahrzeug 200. Auf dieses virtuelle Fahrzeug 260 kann nun das automatisierte Ego-Fahrzeug 100 frühzeitig reagieren und in Abhängigkeit von dessen dynamischem Zustand und dessen Position folgende Maßnahmen einleiten:

Erstes Szenario: Wenn das virtuelle Fahrzeug 260 langsamer fährt als das Ego-Fahrzeug 100 bzw. eine virtuelle Kollision/ein Überholen voraussichtlich vor Erreichen des Einfädelbereichs 300 eintritt, wird das Ego-Fahrzeug 100 nicht gebremst, es fährt gewissermaßen „durch das virtuelle Fahrzeug 260 hindurch“, es überholt mit anderen Worten das reale Fahrzeug 200 auf der Einfädelspur 121.

[0024] Zweites Szenario: Wenn das virtuelle Fahrzeug 260 nicht langsamer fährt als das Ego-Fahrzeug 100 bzw. eine potenzielle Kollision voraussichtlich innerhalb des Einfädelbereichs 300 auftritt, wird einer der folgenden Schritte eingeleitet:

- Das Ego-Fahrzeug 100 wechselt auf die Nebenspur 102, wenn auf dieser eine ausreichend große Lücke vorhanden ist, was mit Hilfe der Umfeldsensorik 110 des Ego-Fahrzeugs 100, welche auch die Nebenspur 102 erfasst, festgestellt wird.

- Alternativ erfolgt eine Abstandsregelung. Das bedeutet, die Fahrgeschwindigkeit des Ego-Fahrzeugs 100 wird angepasst (erhöht oder verringert) so dass ein geeigneter Sicherheitsabstand zu dem virtuellen Fahrzeug 260 hergestellt wird.

- Eine weitere Alternative ist ein Beschleunigen des Ego-Fahrzeugs, falls das in dieser Situation möglich und erlaubt ist, um das virtuelle Fahrzeug 260 zu überholen und den Abstand zu diesem zu vergrößern

- Eine weitere Alternative ist die Begrenzung der Differenz-Geschwindigkeit. Das Ego-Fahrzeug 100 überholt mit weniger Geschwindigkeits-Unterschied, was dem Fahrzeug 200 eine Anpassung seiner Geschwindigkeit zum Einscheren vor- oder hinter dem Ego-Fahrzeug 100 erleichtert.

[0025] In einem dritten Szenario fährt das virtuelle Fahrzeug 260 schneller als das Ego-Fahrzeug. In diesem Falle wird der relative Abstand des virtuellen Fahrzeugs 260 zum Ego-Fahrzeug 100 größer, weshalb das Ego-Fahrzeug 100 in diesem Fall nicht reagieren muss.

[0026] In **Fig. 4** ist eine Erweiterung des vorbeschriebenen Verfahrens dargestellt. Es können nämlich auch mehrere einfahrende Fahrzeuge 200, 220 auf der Einfädelspur 121 fahren, welche dann auf die Fahrspur 101 des Ego-Fahrzeugs projiziert werden. Die projizierten virtuellen Fahrzeuge 260 und 280 sind bei dem in **Fig. 4** dargestellten Beispiel jeweils vor und hinter dem Ego-Fahrzeug 100 positioniert, so dass sich das Ego-Fahrzeug 100 beispielsweise auf die Mitte der Lücke einregeln kann, um beiden Fahrzeugen 200, 220 später das Einscheren in den Einfädelbereich 300 zu ermöglichen.

[0027] In **Fig. 5** ist das allgemeine Beispiel dargestellt, bei dem ein Fahrzeug 200 auf einer Spur 121 vor dem Ego-Fahrzeug 100 fährt, und eine Absicht für einen Spurwechsel dieses Fahrzeugs 200 auf die Spur 101 des Ego-Fahrzeugs 100 vorhergesagt werden kann oder durch die Umfeldsensorik 110 erkannt wird, z.B. ein gesetzter Blinker. Auch in diesem allgemeinen Fall, bei dem keine Trennung der Fahrspuren vorliegt, kann ein virtuelles Fahrzeug 260 bestimmt werden, welches gewissermaßen rechtwinklig auf die Nachbarspur projiziert wird. Dieses virtuelle Fahrzeug 260 kann in den Assistenzsystemen des Ego-Fahrzeugs 100 berücksichtigt werden. Insbesondere kann das Verfahren auch auf Spurwechsel von beiden Seiten des Ego-Fahrzeugs 100 angewendet werden.

[0028] **Fig. 6** zeigt ein vereinfachtes Blockdiagramm eines Fahrerassistenzsystems 10 für ein Kraftfahrzeug sowie eine Spurwechsel-/Abstandsregeleinrichtung 12, die Teil des Fahrerassistenzsystems 10 sein kann. Das Fahrerassistenzsystem 10 erhält Signale von wenigstens einem Sensor 14. Dieser Sensor 14 kann beispielsweise durch einen Radar- oder Kamera-Sensor realisiert sein. Es steuert eine Informationseinheit 16 an, über die der Fahrer beispielsweise optisch und/oder akustisch und/oder haptisch auf ausgewählte Fahrzustände wie ein unbeabsichtigtes Verlassen der Fahrspur, etc. hingewiesen wird. Der Sensor 14 ist Teil der Umfeldsensorik 110, zu der außerdem noch vorteilhaft ein Rückraumradar 20 und ein Nahbereichssensor 22 gehören. An dieser Stelle ist zu bemerken, dass zwar für den automatisierten Spurwechsel zwingend eine rückwärtige Sensorik vorhanden sein muss. Mit einer reinen Front-Sensorik ist jedoch zumindest ein reduzierter Funktionsumfang, z.B. eine automatische Geschwindigkeitsanpassung und/oder eine Fahrer-Warnung realisierbar. Anstelle oder zusätzlich zu den genannten Radar-/Kamerasensoren können ein oder mehrere Lidarsensoren, Ultraschall- oder Imaging-Radar Sensoren vorgesehen sein, die eine entsprechende Funktionalität aufweisen.

[0029] Die Spurwechsel-/Abstandsregeleinrichtung 12 wird hier durch drei Funktionsblöcke repräsentiert, nämlich eine Erkennungseinrichtung 24 zur

Detektion des einfahrenden Fahrzeugs (inklusive dessen Geschwindigkeit und ggf. Typ), der Erkennung der Existenz und vorteilhaft des Verlaufs der Einfädelspur 121, dem Beginn des Einfädelbereichs 300, und daraus der Feststellung, ob eine Kollision innerhalb des Einfädelbereichs 300 auftritt, eine (optionale, falls automatischer Spurwechsel möglich) Erkennungseinrichtung 26 zur Erkennung eines geeigneten Spurwechsel Fensters im fließenden Verkehr auf der Nebenspur und eine Berechnungseinrichtung 28 zur Berechnung eines geeigneten Spurwechselzeitpunktes und zur Ausgabe einer entsprechenden Information und/oder zur Berechnung einer Beschleunigungs- bzw.

[0030] Abbremsstrategie und zur Ausgabe einer entsprechenden Beschleunigungs-, Brems- bzw. Geschwindigkeitsinformation sowie ggf. einer Lenkinformation für einen automatischen Spurwechsel. In der Praxis können die genannten Funktionsblöcke des Spurwechselassistenten 12 und das Fahrerassistenzsystem 10 durch Programm-Module gebildet werden, die auf einem Mikrorechner oder einem Netzwerk von Mikrorechnern laufen und die Teil des Fahrerassistenzsystems 10 oder eines entsprechenden Steuergeräts sind.

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

- EP 1758755 B1 [0003]

Patentansprüche

1. Verfahren zur Fahrerunterstützung bei Kraftfahrzeugen in einer Verkehrssituation, in der bei einer Zusammenführung von zwei Fahrspuren (101, 121) wenigstens ein Fahrzeug (200, 220) von einer Einfädelspur (121) auf eine Fahrspur (101) einfährt, auf der ein anderes Fahrzeug (100) fährt, mit einer Umfeldsensorik (110) zur Erfassung des Verkehrsumfeldes, einschließlich des Verkehrs auf der Einfädelspur (121),

gekennzeichnet durch folgende Schritte,

A Bestimmen eines Einfädelbereichs (300) in Abhängigkeit von den Fahrdaten des Fahrzeugs (100) auf der Fahrspur (101) und von den Fahrdaten des wenigstens einen Fahrzeugs (200, 220) auf der Einfädelspur (121),

wobei der Beginn des Einfädelbereichs (300) und fakultativ der Verlauf, insbesondere der Krümmungsverlauf der Einfädelspur (121), durch die Umfeldsensorik (110) und/oder Kartendaten in Verbindung mit einer Lokalisierung des Fahrzeugs (100) oder mithilfe einer Verkehrsschild-Erkennung bestimmt werden,

B Bestimmen einer Distanz (s) des wenigstens einen Fahrzeugs (200, 220) auf der Einfädelspur (121) zum Einfädelbereich (300),

C Festlegen wenigstens eines virtuellen Fahrzeugs (260, 280) auf der Fahrspur (101) in einem Abstand von dem Einfädelbereich (300), welcher der Distanz (s) des wenigstens einen Fahrzeugs (200, 220) auf der Einfädelspur (121) zum Einfädelbereich (300) entspricht,

D Berechnen des voraussichtlichen Geschwindigkeitsverlaufs des wenigstens einen Fahrzeugs (200, 220) auf der Einfädelspur (121), wobei dieser Verlauf zur Berechnung des Geschwindigkeitsverlaufs des wenigstens einen virtuellen Fahrzeugs (260, 280) verwendet wird, und daraus einer Kollisionswahrscheinlichkeit zwischen dem Fahrzeug (100) auf der Fahrspur (101) und dem wenigstens einen virtuellen Fahrzeug (260, 280) vor Erreichen des Einfädelbereichs (300) sowie im Einfädelbereich (300),

E Ausgeben eines Informationssignals an den Fahrer des Fahrzeugs (100) auf der Fahrspur (101) und/oder automatische Anpassung der Fahrdaten und/oder Durchführung eines Fahrmanövers des Fahrzeugs (100) auf der Fahrspur (101) in Abhängigkeit von den von der Umfeldsensorik (110) in Bezug auf das wenigstens eine Fahrzeug (200, 220) auf der Einfädelspur (121) erfassten Daten, des daraus festgelegten wenigstens einen virtuellen Fahrzeugs (260, 280) und der berechneten Kollisionswahrscheinlichkeit,

F Rücksprung nach Schritt B, so lange, bis beide Fahrspuren (101, 121) zusammengeführt sind und entweder das wenigstens eine Fahrzeug (200, 220) auf der Einfädelspur (121) auf die Fahrspur (101) des Fahrzeugs (100) eingefahren ist oder

das Fahrzeug (100) auf der Fahrspur (101) den Einfädelbereich (300) passiert hat, bevor das wenigstens eine Fahrzeug (200, 220) auf der Einfädelspur (121) auf die Fahrspur (101) des Fahrzeugs (100) eingefahren ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Umfeldsensorik (110) zur Erfassung des Verkehrsumfeldes das Verkehrsumfeld einer Nebenspur (102) erfasst.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Informationssignal eine akustische und/oder eine optische Anzeige steuert.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Informationssignal eine Sprachausgabe steuert.

5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Informationssignal abhängig von den Signalen wenigstens eines Sensors der Umfeldsensorik (110) zur Überwachung des Rückraums auf der Nebenspur (102) hinter dem Fahrzeug (100) auf der Fahrspur (101) und wenigstens eines Sensors der Umfeldsensorik (110) zur Überwachung der Nebenspur (102) in Höhe des Fahrzeugs (100) auf der Fahrspur (101) sowie wenigstens eines Sensors der Umfeldsensorik (110) zur Überwachung eines vorderen Bereichs der Nebenspur (102) erzeugt wird.

6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Fahrdaten des Fahrzeugs (100) auf der Fahrspur (101) und die Fahrdaten des wenigstens einen virtuellen Fahrzeugs (260, 280) auf der Fahrspur (101) die Geschwindigkeit und die Beschleunigung des Fahrzeugs (100) auf der Fahrspur (101) und die Geschwindigkeit und die Beschleunigung des wenigstens einen virtuellen Fahrzeugs (260, 280) auf der Fahrspur (101) umfassen, wobei die Fahrdaten des wenigstens einen virtuellen Fahrzeugs (260, 280) aus den Fahrdaten des wenigstens einen Fahrzeugs (200, 220) auf der Einfädelspur (121) gewonnen werden.

7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass aus der Geschwindigkeit und der Beschleunigung des Fahrzeugs (100) auf der Fahrspur (101) und der aktuellen, als konstant angenommenen Geschwindigkeit des wenigstens einen virtuellen Fahrzeugs (260, 280) auf der Fahrspur 101 eine Kollisionswahrscheinlichkeit zwischen dem Fahrzeug (100) auf der Fahrspur (101) und dem wenigstens einen virtuellen Fahrzeug (260, 280) auf der Fahrspur (101) bestimmt wird und in Abhängigkeit von der Kollisionswahrscheinlichkeit die Fahrdaten und oder die durchgeführten Fahrma-

nöher des Fahrzeugs (100) auf der Fahrspur (101) angepasst werden.

8. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass aus der aktuellen Geschwindigkeit und dem voraussichtlichen Geschwindigkeits-Verlauf des Fahrzeugs (100) auf der Fahrspur (101) und der aktuellen Geschwindigkeit und dem voraussichtlichen Geschwindigkeits-Verlauf des wenigstens einen Fahrzeugs (200, 220) auf der Einfädelspur (121) und damit dem voraussichtlichen Geschwindigkeitsverlauf des wenigstens einen virtuellen Fahrzeugs (260, 280) auf der Fahrspur (101) eine Kollisionswahrscheinlichkeit zwischen dem Fahrzeug (100) auf der Fahrspur (101) und dem wenigstens einen virtuellen Fahrzeug (260, 280) auf der Fahrspur (101) bestimmt wird und in Abhängigkeit von der Kollisionswahrscheinlichkeit die Fahrdaten und/oder ein durchgeführtes Fahrmanöver des Fahrzeugs (100) auf der Fahrspur (101) angepasst werden.

9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Verlauf der Einfädelspur (121), insbesondere deren Krümmungsverlauf, durch die Umfeldsensorik (110) und/oder Kartendaten in Verbindung mit einer Lokalisierung des Fahrzeugs (100) auf der Fahrspur (101) bestimmt wird und bei der Berechnung des voraussichtlichen Geschwindigkeitsverlaufs berücksichtigt wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Information über den Fahrzeug-Typ des wenigstens einen Fahrzeugs (200, 220) auf der Einfädelspur (121) durch die Sensorik erkannt und bei der Berechnung des voraussichtlichen Geschwindigkeitsverlaufs berücksichtigt wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass dann, wenn keine Kollisionswahrscheinlichkeit existiert, die Geschwindigkeit des Fahrzeugs (100) auf der Fahrspur (101) nicht verändert wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass dann, wenn eine Kollisionswahrscheinlichkeit existiert, eines der folgenden Szenarien festgelegt wird:

- es erfolgt ein Spurwechsel auf die Nebenspur (102) des Fahrzeugs (100) auf der Fahrspur (101), wenn die Umfeldsensorik (110) eine ausreichend große Lücke auf der Nebenspur (102) feststellt,
- die Geschwindigkeit des Fahrzeugs (100) auf der Fahrspur (101) wird zum Erreichen bzw. Erhalten eines geeigneten Sicherheitsabstandes zum vorausfahrenden virtuellen Fahrzeug (260) auf der Fahrspur (101) angepasst/gerregelt, insbesondere vergrößert oder verringert,
- die Geschwindigkeit des Fahrzeugs (100) auf der

Fahrspur (101) wird vergrößert, um das vorausfahrende virtuelle Fahrzeug (260) vor Erreichen des Einfädelsbereichs (300) zu überholen,

- die Differenzgeschwindigkeit zwischen dem Fahrzeug (100) auf der Fahrspur (101) und dem vorausfahrenden virtuellen Fahrzeug (260) auf der Fahrspur (101) wird begrenzt.

13. Computerprogramm, welches eingerichtet ist, jeden Schritt des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 12 durchzuführen.

14. Maschinenlesbares Speichermedium, auf welchem ein Computerprogramm nach Anspruch 13 gespeichert ist.

15. Elektronisches Steuergerät, welches eingerichtet ist, um mittels eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 12 eine Fahrerunterstützung eines Kraftfahrzeugs zu steuern.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

Stand der Technik

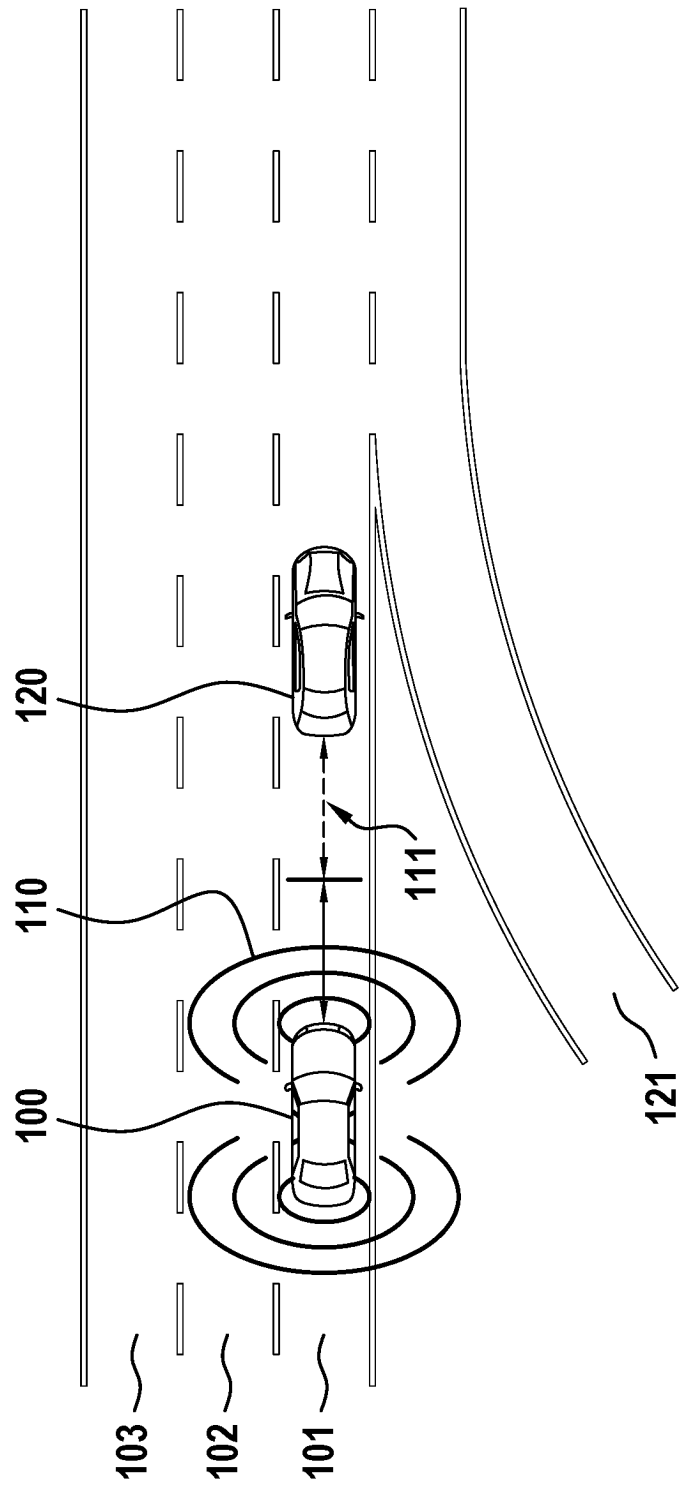


Fig. 2

Stand der Technik

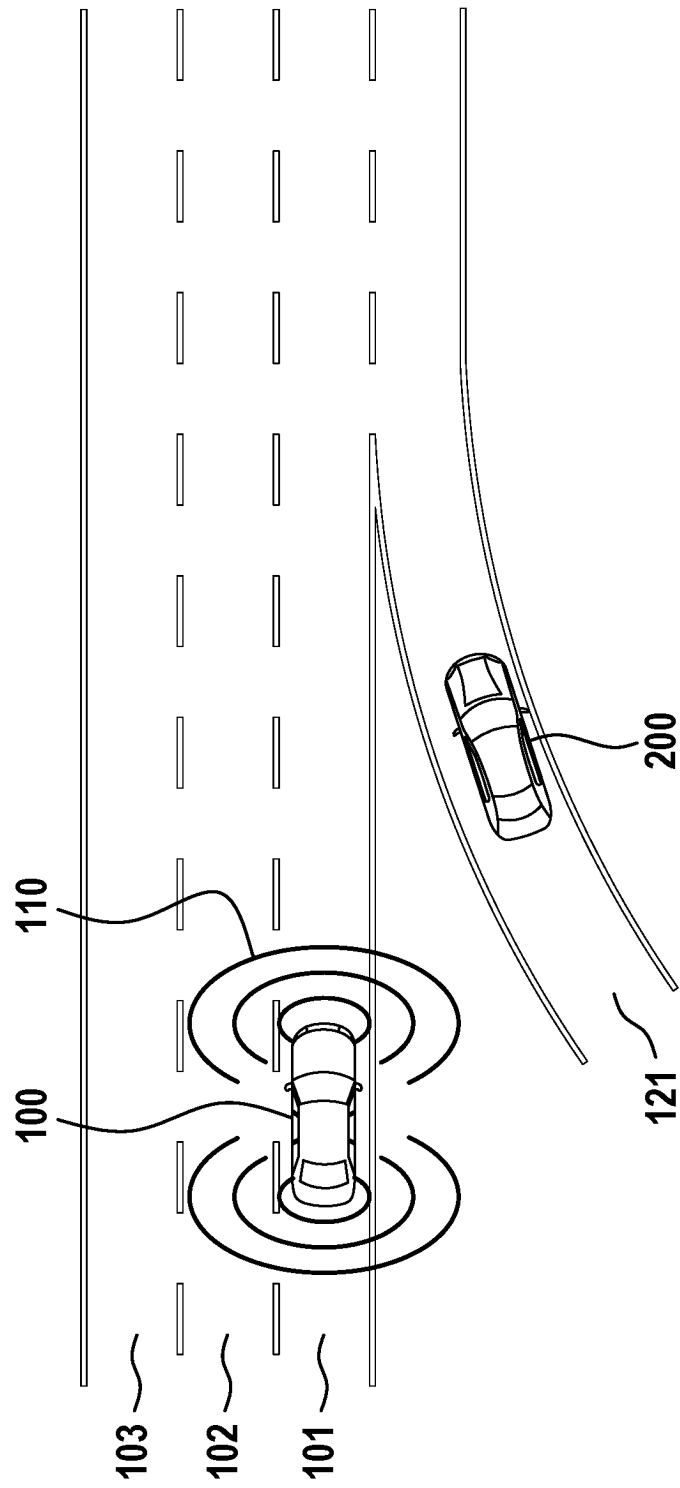


Fig. 3

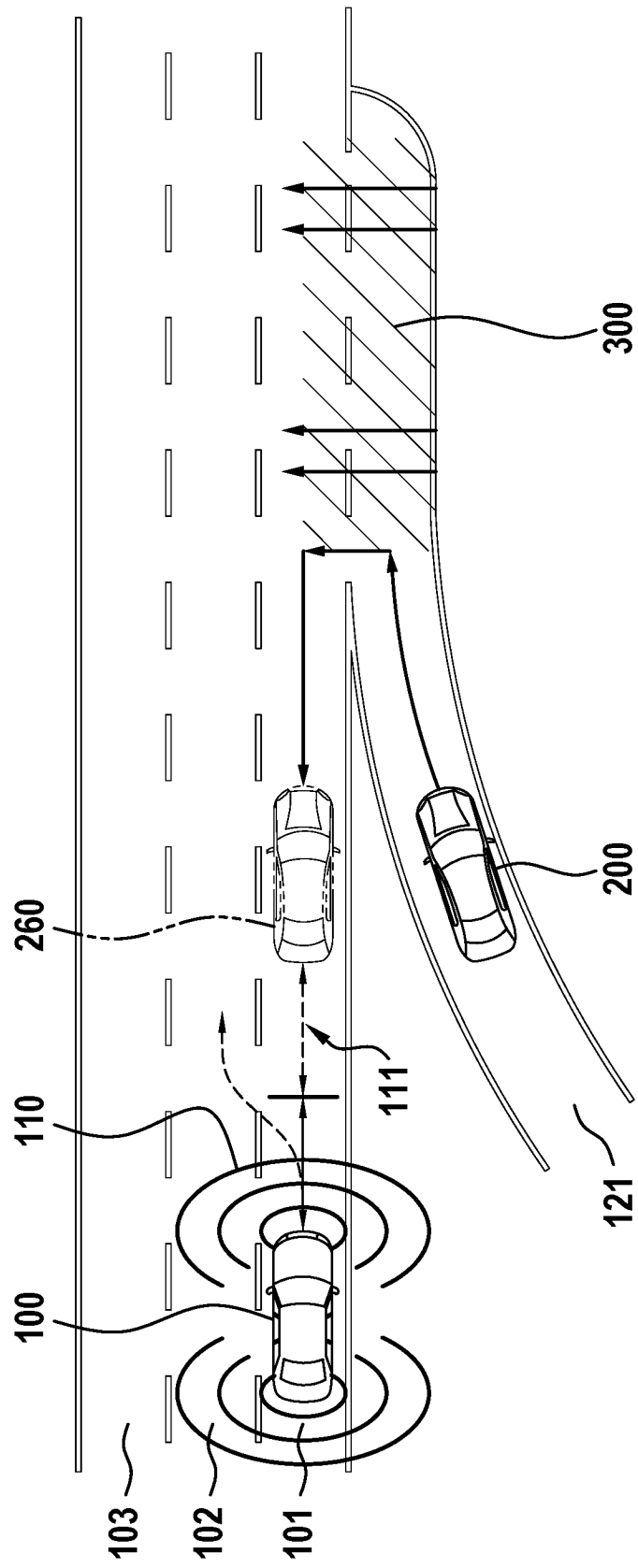


Fig. 4

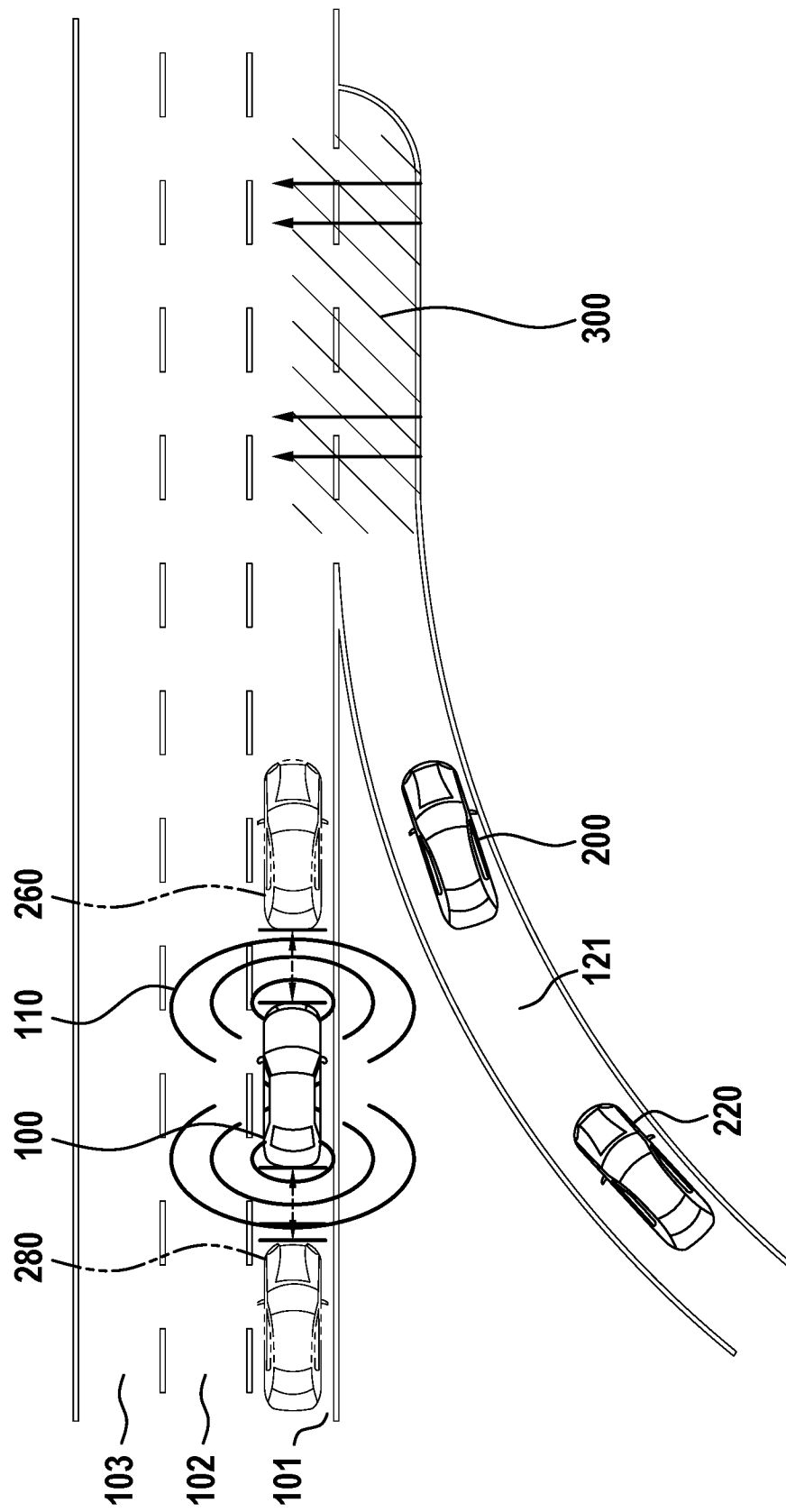


Fig. 5

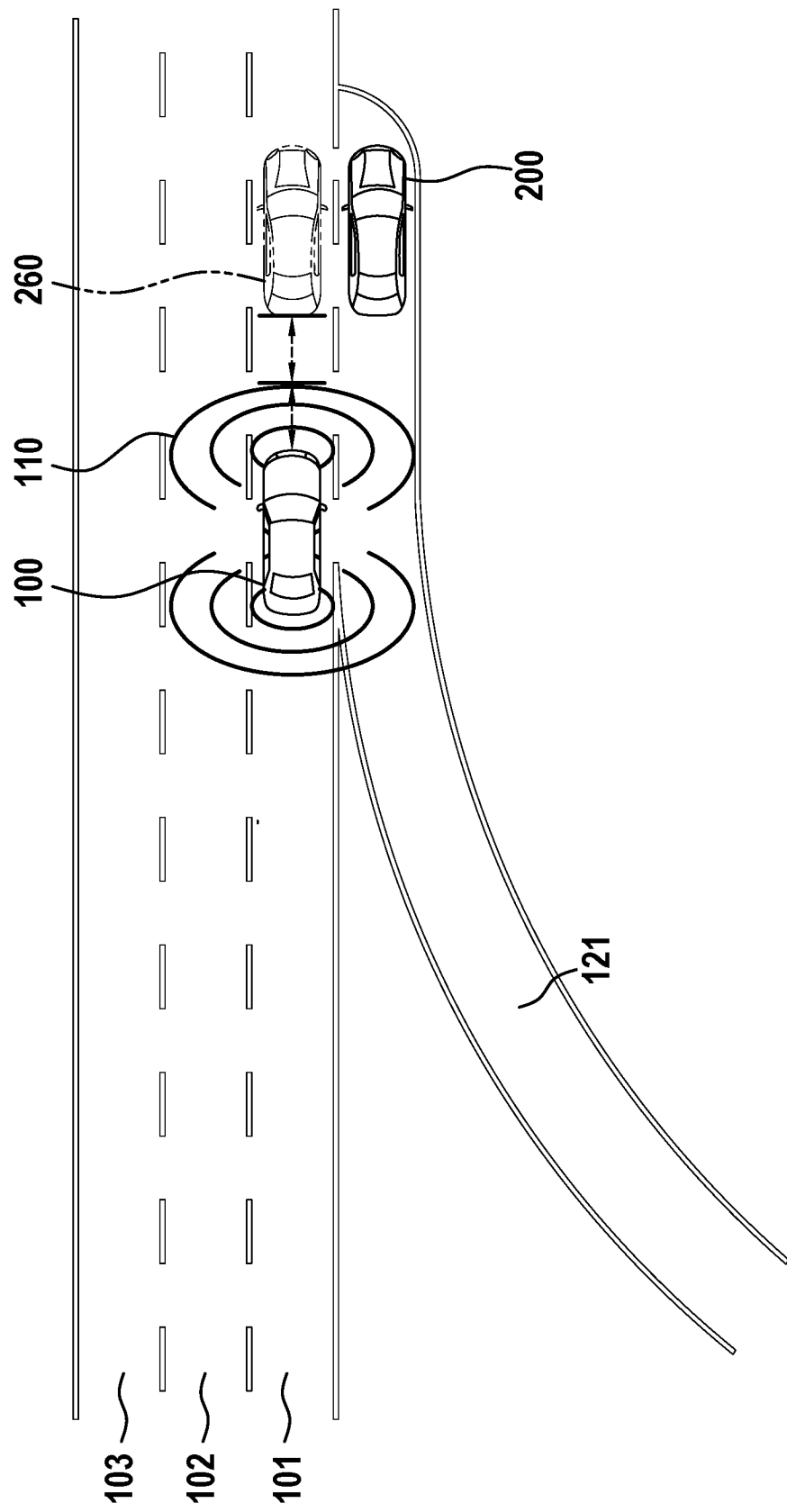


Fig. 6

