



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2022 123 120.8**

(22) Anmeldetag: **12.09.2022**

(43) Offenlegungstag: **14.03.2024**

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

B60W 30/08 (2012.01)

(71) Anmelder:

**Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft,
80809 München, DE**

(72) Erfinder:

Al-Ani, Bashar, 80336 München, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

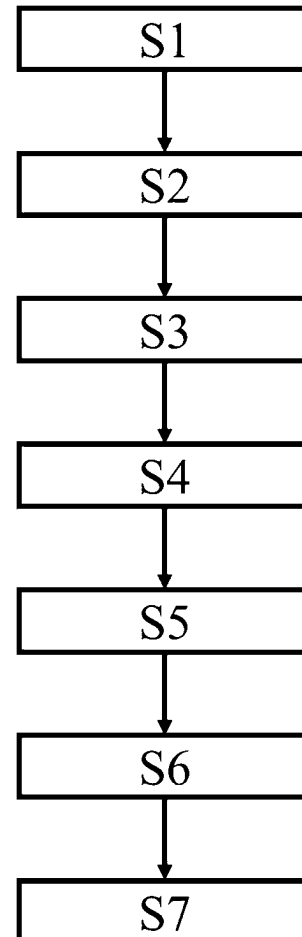
DE	10 2004 009 515	A1
DE	10 2006 002 662	A1
DE	10 2014 006 956	A1
DE	10 2018 216 082	A1
US	2013 / 0 325 306	A1
US	2019 / 0 088 133	A1

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR MANÖVERPLANUNG FÜR EIN AUTOMATISIERTES KRAFTFAHRZEUG**

(57) Zusammenfassung: Bereitgestellt wird ein Verfahren zur Manöverplanung für ein automatisiertes Kraftfahrzeug. Das Verfahren umfasst ein Eingeben (S4) einer mittels V2X-Kommunikation an dem Kraftfahrzeug (1) empfangenen geplanten ersten Trajektorie für ein weiteres Kraftfahrzeug (2) und einer von dem Kraftfahrzeug (1) ermittelten geplanten zweiten Trajektorie für das weitere Kraftfahrzeug (2) in ein Manöverplanungsmodul (3), und ein Bestimmen (S5) einer von dem weiteren Kraftfahrzeug (2) geplanten Trajektorie basierend auf der mittels V2X-Kommunikation empfangenen geplanten ersten Trajektorie und der von dem Kraftfahrzeug (1) ermittelten geplanten zweiten Trajektorie mittels dem Manöverplanungsmodul (3).



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Offenbarung betrifft ein Verfahren zur Manöverplanung für ein automatisiertes Kraftfahrzeug, ein Verfahren zum Trainieren eines Manöverplanungsmoduls zur Verwendung in dem Verfahren und eine Datenverarbeitungsvorrichtung, die ausgestaltet ist, um das Verfahren zumindest teilweise auszuführen. Ferner wird ein automatisiertes Kraftfahrzeug mit der Datenverarbeitungsvorrichtung bereitgestellt. Zusätzlich oder alternativ wird ein Computerprogramm bereitgestellt, das Befehle umfasst, die bei der Ausführung des Programms durch einen Computer diesen veranlassen, das Verfahren zumindest teilweise auszuführen. Zusätzlich oder alternativ wird ein computerlesbares Medium bereitgestellt, das Befehle umfasst, die bei der Ausführung der Befehle durch einen Computer diesen veranlassen, das Verfahren zumindest teilweise auszuführen.

[0002] Die EP 3 457 382 A1 betrifft ein Verfahren zur Planung eines Kollisionsvermeidungsmanövers, das in den Szenarien des kooperativen Fahrens oder des autonomen Fahrens verwendet werden kann. Das Verfahren umfasst die Schritte des Beobachtens der Umgebung eines Fahrzeugs, des Bestimmens des Risikos einer Kollision, wenn ein Kollisionsrisiko besteht, und des Startens einer Informationsaustauschphase für die beteiligten Fahrzeuge. Während der Informationsaustauschphase übermittelt ein beteiligtes Fahrzeug den beteiligten Fahrzeugen seinen selbst ermittelten Fahrschlauch. Es beginnt eine Bewertungsphase, in der ein Fahrzeug seine eigenen und die von den anderen beteiligten Fahrzeugen erhaltenen Fahrschläuche bewertet. Außerdem wird ein gemeinsamer sicherer Bereich für die beteiligten Fahrzeuge bestimmt, den sie zur Vermeidung der Kollision ansteuern sollen. Dieser kann den beteiligten Fahrzeugen zur Überprüfung mit den eigenen Sicherheitsanforderungen vorgelegt werden. Sind die Sicherheitsanforderungen nicht erfüllt, führt das Fahrzeug einen Zustandswechsel vom Kollisionsvermeidungszustand zum Kollisionsminimierungszustand durch und informiert die anderen beteiligten Fahrzeuge über den Zustandswechsel.

[0003] Die US 2013/325306 A1 betrifft eine verteilte Steuerung von Fahrzeugen mit koordinierenden Fahrzeugen, die eine kooperative Steuerungsmethode anwenden, und nicht koordinierenden Fahrzeugen, von denen angenommen wird, dass sie einer vorhersehbaren Dynamik folgen. Eine kooperative Steuerungsmethode kann eine verteilte Steuerung mit zurückliegendem Horizont für eine optimierungsbasierte Bahnplanung und Rückmeldung mit einer Logik auf höherer Ebene kombinieren, um sicherzustellen, dass die implementierten Pläne kollisionsfrei sind. Die kooperative Methode kann vollständig verteilt und teilweise synchron ausgeführt

werden und bietet Zeit für Kommunikation und Berechnungen - Eigenschaften, die für die Implementierung auf realen Autobahnen erforderlich sind. Das Verfahren kann auf Konflikte prüfen und optimierte Trajektorien durch Anpassung der Parameter in den Endzustandsbeschränkungen eines optimalen Steuerungsproblems berechnen.

[0004] Die DE 10 2018 216 082 A1 betrifft ein Verfahren zur Manöverplanung und - durchführung eines Fahrzeugs durch ein fahrzeuginternes Steuergerät, wobei das Steuergerät eine strategische Planungsebene zum Durchführen einer Routenplanung, eine taktische Planungsebene zum Bereitstellen von spurgenaue Trajektorien zu möglichen Zielpunkten und eine operative Planungsebene zum Auswählen eines Zielpunkts und einer fahrbaren Trajektorie zum ausgewählten Zielpunkt aufweist, wobei die Planungsebenen kaskadenartig ausgeführt werden und bei Ausführung jeder Planungsebene ein Informationsaustausch mit benachbarten Fahrzeugen über eine Kommunikationsverbindung zum Ermitteln von Kollisionen durchgeführt wird, wobei bei einer ermittelten Kollision in mindestens einer Planungsebene eine Manöverabstimmung zwischen den Fahrzeugen über die Kommunikationsverbindung durchgeführt wird.

[0005] Vor dem Hintergrund dieses Standes der Technik besteht die Aufgabe der vorliegenden Offenbarung darin, eine Vorrichtung und ein Verfahren anzugeben, welche jeweils geeignet sind, den Stand der Technik zu bereichern.

[0006] Gelöst wird die Aufgabe durch die Merkmale des unabhängigen Anspruchs. Die nebengeordneten Ansprüche und die Unteransprüche haben optionale Weiterbildungen der Erfindung zum Inhalt.

[0007] Danach wird die Aufgabe durch ein Verfahren zur Manöverplanung für ein automatisiertes Kraftfahrzeug gelöst.

[0008] Bei dem Verfahren kann es sich um ein computer-implementiertes Verfahren handeln, d.h. einer, mehrere oder alle Schritte des Verfahrens können zumindest teilweise von einem Computer bzw. einer Vorrichtung zur Datenverarbeitung ausgeführt werden.

[0009] Das Verfahren umfasst ein Eingeben einer mittels V2X-Kommunikation an dem Kraftfahrzeug empfangenen geplanten ersten Trajektorie für ein weiteres Kraftfahrzeug und einer von dem Kraftfahrzeug ermittelten geplanten zweiten Trajektorie für das weitere Kraftfahrzeug in ein Manöverplanungsmodul.

[0010] Unter V2X-Kommunikation oder Car2x kann eine Datenübertragungstechnik verstanden werden,

bei der (Kraft-) Fahrzeuge mit ihrer Umwelt („x“) und/oder untereinander kommunizieren. Der Datenaustausch zwischen benachbarten Fahrzeugen ist ein Sonderfall von Car2x und heißt Car2Car bzw. V2V-Kommunikation. Die Übertragung kann bei Car2x in beide Richtungen möglich sein, also vom Fahrzeug an die Umwelt und umgekehrt. Car2x soll die Verkehrssicherheit erhöhen, zu Energieeinsparungen führen und die Effizienz der Verkehre stärken.

[0011] Unter einer Trajektorie kann ein Pfad verstanden werden, entlang welchem sich ein Kraftfahrzeug bewegt bzw. bewegen wird. Neben Orts- bzw. Positionsinformationen kann die Trajektorie eine zeitliche Komponente umfassen, d.h. wann ist das Kraftfahrzeug wo bzw. wann wird das Kraftfahrzeug wo sein.

[0012] Unter einem Manöver kann ein Fahrmanöver verstanden werden, d.h. eine Änderung und/oder Beibehaltung einer Geschwindigkeit und/oder einer Fahrtrichtung.

[0013] Das Verfahren umfasst ein Bestimmen einer von dem weiteren Kraftfahrzeug geplanten Trajektorie basierend auf der mittels V2X-Kommunikation empfangenen geplanten ersten Trajektorie und der von dem Kraftfahrzeug ermittelten geplanten zweiten Trajektorie mittels dem Manöverplanungsmodul.

[0014] Mit anderen Worten, Berücksichtigung finden sowohl die mit V2X ausgetauschten Trajektorien als auch intern vorhergesagte Trajektorien für andere Verkehrsteilnehmer, um basierend darauf eine zuverlässigere Manöverauswahl treffen zu können. Beide Trajektorien als Eingaben für einen Manöverplaner und einen Selektor zu haben, führt im Vergleich zu den herkömmlichen Ansätzen zu mehr Redundanz und Zuverlässigkeit.

[0015] Nachfolgend werden mögliche Weiterbildungen des obigen Verfahrens im Detail erläutert.

[0016] Das Verfahren kann ein Bestimmen einer Soll-Trajektorie für das Kraftfahrzeug basierend auf der mittels dem Manöverplanungsmodul bestimmten geplanten Trajektorie des weiteren Kraftfahrzeugs umfassen. Dies kann mit dem Manöverplanungsmodul erfolgen.

[0017] Das Verfahren kann ein Steuern einer Längs- und/oder Querführung des Kraftfahrzeugs umfassen, sodass das Kraftfahrzeug der Soll-Trajektorie automatisiert folgt.

[0018] Das Manöverplanungsmodul kann zum Bestimmen der geplanten Trajektorie des weiteren Kraftfahrzeugs und/oder zum Bestimmen der Trajektorie des Kraftfahrzeugs einen auf künstlicher Intelligenz beruhenden Algorithmus aufweisen. Denkbar

ist ein Machine Learning Algorithmus. Der Algorithmus kann ein oder mehrere künstliche neuronale Netze umfassen.

[0019] Das Verfahren kann ein Empfangen der geplanten ersten Trajektorie für das weitere Kraftfahrzeug mittels V2X-Kommunikation an dem Kraftfahrzeug umfassen. Zusätzlich oder alternativ kann das Verfahren ein Bestimmen der geplanten zweiten Trajektorie basierend auf mittels einem Sensorsystem des Kraftfahrzeugs detektierten Sensordaten umfassen.

[0020] Das oben beschriebene Verfahren bietet eine Reihe von Vorteilen, da beide Inputs, d.h. die vom Kraftfahrzeug intern bestimmte Trajektorie für ein weiteres Kraftfahrzeug und die von dem weiteren Kraftfahrzeug erhaltene Trajektorie, zur Entscheidungsfindung von dem Manöverplanungsmodul verwendet werden. Das Manöverplanungsmodul, welches auch als Entscheidungsfindungsmodul bezeichnet werden kann, kann sich demnach auf eine oder beide Inputs bzw. Informationsquellen (Vorhersage und Kooperation) stützen, um eine angemessene Entscheidung zu treffen, die Sicherheit und Komfort gewährleistet.

[0021] Weiterhin betrifft die Offenbarung ein Verfahren zum Trainieren eines auf künstlicher Intelligenz beruhenden Algorithmus eines Manöverplanungsmoduls für ein Kraftfahrzeug, welches auch als Trainingsverfahren bezeichnet werden kann. Der Algorithmus ist ausgestaltet, um eine von einem weiteren Kraftfahrzeug geplante Trajektorie basierend auf einer mittels V2X-Kommunikation empfangenen geplanten ersten Trajektorie für das weitere Kraftfahrzeug und einer von dem Kraftfahrzeug ermittelten geplanten zweiten Trajektorie für das weitere Kraftfahrzeug zu bestimmen. Das Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass das Trainieren mittels einem Trainingsdatensatz erfolgt, der mehrere geplante erste Trajektorien für das weitere Kraftfahrzeug und jeweils zugehörige mehrere geplante zweite Trajektorien für das weitere Kraftfahrzeug umfasst.

[0022] Mit anderen Worten, das vorgeschlagene Machine-Learning-Modell kann mit beiden Inputs trainiert werden, um in dem oben beschriebenen Verfahren verwendet werden zu können.

[0023] Das oben mit Bezug zum Verfahren zur Manöverplanung Beschriebene gilt analog auch für das Trainingsverfahren und umgekehrt.

[0024] Ferner wird ein Computerprogramm, umfassend Befehle, die bei der Ausführung des Programms durch einen Computer diesen veranlassen, zumindest eines der oben beschriebenen Verfahren

zumindest teilweise aus- bzw. durchzuführen, bereitgestellt.

[0025] Ein Programmcode des Computerprogramms kann in einem beliebigen Code vorliegen, insbesondere in einem Code, der für Steuerungen von Kraftfahrzeugen geeignet ist.

[0026] Das oben mit Bezug zu den Verfahren Beschriebene gilt analog auch für das Computerprogramm und umgekehrt.

[0027] Ferner wird eine Datenverarbeitungsvorrichtung, z.B. ein Steuergerät, für ein automatisiertes Kraftfahrzeug bereitgestellt, wobei die Datenverarbeitungsvorrichtung bzw. das Steuergerät dazu eingerichtet ist, zumindest eines der oben beschriebenen Verfahren zumindest teilweise aus- bzw. durchzuführen.

[0028] Die Datenverarbeitungsvorrichtung kann Teil eines Fahrerassistenzsystems sein oder dieses darstellen. Bei der Datenverarbeitungsvorrichtung kann es sich beispielsweise um eine elektronische Steuereinheit (engl. ECU = electronic control unit) handeln. Das elektronische Steuergerät kann eine intelligente prozessorgesteuerte Einheit sein, die z.B. über ein Central Gateway (CGW) mit anderen Modulen kommunizieren kann und die ggf. über Feldbusse, wie den CAN-Bus, LIN-Bus, MOST-Bus und FlexRay oder über Automotive-Ethernet, z.B. zusammen mit Telematiksteuergeräten und/oder einer Umfeldsensorik das Fahrzeugbordnetz bilden kann. Denkbar ist, dass das Steuergerät für das Fahrverhalten des Kraftfahrzeugs relevante Funktionen, wie die Motorsteuerung, die Kraftübertragung, das Bremssystem und/oder das Reifendruck-Kontrollsystem, steuert. Außerdem können Fahrerassistenzsysteme, wie beispielsweise ein Parkassistent, eine angepasste Geschwindigkeitsregelung (ACC, engl. Adaptive Cruise Control), ein Spurhalteassistent, ein Spurwechselassistent, eine Verkehrszeichenerkennung, eine Lichtsignalerkennung, ein Anfahrassistent, ein Nachtsichtassistent und/oder ein Kreuzungsassistent, von dem Steuergerät gesteuert werden.

[0029] Das oben mit Bezug zu den Verfahren und zum Computerprogramm Beschriebene gilt analog auch für die Datenverarbeitungsvorrichtung und umgekehrt.

[0030] Ferner wird ein Kraftfahrzeug, umfassend die oben beschriebene Datenverarbeitungsvorrichtung bereitgestellt.

[0031] Bei dem Kraftfahrzeug kann es sich um einen Personenkraftwagen, insbesondere ein Automobil, motorisiertes Zwei- oder Dreirad, oder ein Nutzfahrzeug, wie einen Lastkraftwagen, handeln.

[0032] Das Kraftfahrzeug kann automatisiert sein. Das Kraftfahrzeug kann ausgestaltet sein, um eine Längsführung und/oder eine Querführung bei einem automatisierten Fahren des Kraftfahrzeugs zumindest teilweise und/oder zumindest zeitweise zu übernehmen.

[0033] Das automatisierte Fahren kann so erfolgen, dass die Fortbewegung des Kraftfahrzeugs (weitgehend) autonom erfolgt. Das automatisierte Fahren kann zumindest teilweise und/oder zeitweise durch die Datenverarbeitungsvorrichtung gesteuert werden.

[0034] Das Kraftfahrzeug kann ein Kraftfahrzeug der Autonomiestufe 1 sein, d.h. bestimmte Fahrerassistenzsysteme aufweisen, die den Fahrer bei der Fahrzeugbedienung unterstützen, wie beispielsweise der Abstandsregeltempomat (ACC).

[0035] Das Kraftfahrzeug kann ein Kraftfahrzeug der Autonomiestufe 2 sein, d.h. so teilautomatisiert sein, dass Funktionen wie automatisches Einparken, Spurhalten bzw. Querführung, allgemeine Längsführung (insb. Anfahren), Beschleunigen und/oder Abbremsen von Fahrerassistenzsystemen übernommen werden können.

[0036] Das Kraftfahrzeug kann ein Kraftfahrzeug der Autonomiestufe 3 sein, d.h. so bedingungsautomatisiert, dass der Fahrer das System Fahrzeug nicht durchgehend überwachen muss. Das Kraftfahrzeug führt selbstständig Funktionen wie das Auslösen des Blinkers, Spurwechsel und/oder Spurhalten durch. Der Fahrer kann sich anderen Dingen zuwenden, wird aber bei Bedarf innerhalb einer Vorwarnzeit vom System aufgefordert die Führung zu übernehmen.

[0037] Das Kraftfahrzeug kann ein Kraftfahrzeug der Autonomiestufe 4 sein, d.h. so hochautomatisiert, dass die Führung des Fahrzeugs dauerhaft vom System Fahrzeug übernommen wird. Werden die Fahraufgaben vom System nicht mehr bewältigt, kann der Fahrer aufgefordert werden, die Führung zu übernehmen.

[0038] Das Kraftfahrzeug kann ein Kraftfahrzeug der Autonomiestufe 5 sein, d.h. so vollautomatisiert, dass der Fahrer zum Erfüllen der Fahraufgabe nicht erforderlich ist. Außer dem Festlegen des Ziels und dem Starten des Systems ist kein menschliches Eingreifen erforderlich. Das Kraftfahrzeug kann ohne Lenkrad und Pedale auskommen.

[0039] Das oben mit Bezug zum Verfahren, zur Datenverarbeitungsvorrichtung und zum Computerprogramm Beschriebene gilt analog auch für das Kraftfahrzeug und umgekehrt.

[0040] Ferner wird ein computerlesbares Medium, insbesondere ein computerlesbares Speichermedium, bereitgestellt. Das computerlesbare Medium umfasst Befehle, die bei der Ausführung der Befehle durch einen Computer diesen veranlassen, das oben beschriebene Verfahren zumindest teilweise auszuführen.

[0041] Das heißt, es kann ein computerlesbares Medium bereitgestellt werden, das ein oben definiertes Computerprogramm umfasst. Bei dem computerlesbaren Medium kann es sich um ein beliebiges digitales Datenspeichergerät handeln, wie zum Beispiel einen USB-Stick, eine Festplatte, eine CD-ROM, eine SD-Karte oder eine SSD-Karte.

[0042] Das Computerprogramm muss nicht zwingend auf einem solchen computerlesbaren Speichermedium gespeichert sein, um dem Kraftfahrzeug zur Verfügung gestellt zu werden, sondern kann auch über das Internet oder anderweitig extern bezogen werden.

[0043] Das oben mit Bezug zum Verfahren, zur Datenverarbeitungsvorrichtung, zum Computerprogramm und zum Kraftfahrzeug Beschriebene gilt analog auch für das computerlesbare Medium und umgekehrt.

[0044] Nachfolgend wird eine Ausführungsform mit Bezug zu **Fig. 1** beschrieben.

Fig. 1 zeigt schematisch ein Ablaufdiagramm des Verfahrens zur Manöverplanung mit vorgelegtem Verfahren zum Trainieren eines Algorithmus, der in dem Verfahren zur Manöverplanung verwendet wird, und

Fig. 2 zeigt schematisch ein das Verfahren zur Manöverplanung ausführendes Kraftfahrzeug.

[0045] Wie sich aus **Fig. 1** ergibt, weist das Verfahren zur Manöverplanung fünf Schritte S2 - S7 mit einem vorgelagerten Schritt S1 auf, in welchem ein Trainieren eines in dem Verfahren zur Manöverplanung genutzter auf künstlicher Intelligenz beruhender Algorithmus trainiert wird.

[0046] In dem ersten Schritt S1 erfolgt ein Trainieren des Algorithmus mittels einem Trainingsdatensatz, der mehrere mittels V2X-Kommunikation empfangene geplante erste Trajektorien für ein weiteres Kraftfahrzeug und mehrere jeweils dazu korrespondierende von einem Kraftfahrzeug ermittelten geplante zweite Trajektorien für das weitere Kraftfahrzeug umfasst. Denkbar ist, dass ein überwachtes Lernen zum Einsatz kommt. Überwachtes Lernen ist ein Teilgebiet des maschinellen Lernens. Mit Lernen ist dabei die Fähigkeit einer künstlichen Intelligenz gemeint, Gesetzmäßigkeiten nachzubilden. Die Ergebnisse sind durch Naturgesetze oder Experten-

wissen bekannt und werden benutzt, um das System anzulernen. Genutzt werden kann ein Lernalgorithmus, der eine Hypothese findet, die möglichst zielsichere Voraussagen trifft. Unter Hypothese ist dabei eine Abbildung zu verstehen, die jedem Eingabewert den vermuteten Ausgabewert zuordnet. Nach dem ersten Schritt S1 ist der Algorithmus geeignet, um eine von einem weiteren Kraftfahrzeug geplante Trajektorie basierend auf einer mittels V2X-Kommunikation empfangenen geplanten ersten Trajektorie für das weitere Kraftfahrzeug und einer von dem Kraftfahrzeug ermittelten geplanten zweiten Trajektorie für das weitere Kraftfahrzeug zu bestimmen. Ferner ist der Algorithmus geeignet, um eine Soll-Trajektorie für ein Kraftfahrzeug basierend auf der mittels dem Manöverplanungsmodul bestimmten geplanten Trajektorie des weiteren Kraftfahrzeugs zu bestimmen. Dies wird nachfolgend auch im Detail mit Bezug zu **Fig. 2** beschrieben.

[0047] In der in **Fig. 2** in der Vogelperspektive dargestellten Fahrsituation befindet sich das automatisierte Kraftfahrzeug 1 auf einer Auffahrsspur 4 und ein weiteres Kraftfahrzeug 2 befindet sich seitlich von dem Kraftfahrzeug 1 auf einer Fahrspur 5, auf die das Kraftfahrzeug 1 wechseln soll. Um zu bestimmen wie, d.h. wann und wo, der Fahrspurwechsel erfolgen soll, umfasst das Kraftfahrzeug 1 ein Manöverplanungsmodul 3 umfassend den in oben beschriebenen Schritt S1 trainierten Algorithmus und führt das nachfolgend im Detail beschriebene Verfahren zur Manöverplanung für ein automatisiertes Kraftfahrzeug aus.

[0048] In einem ersten Schritt S2 des Verfahrens empfängt das Kraftfahrzeug 1 eine geplante erste Trajektorie für das weitere Kraftfahrzeug 2 mittels V2X-Kommunikation von dem weiteren Kraftfahrzeug 2.

[0049] In einem zweiten Schritt S3 des Verfahrens bestimmt das Kraftfahrzeug 2 basierend auf mittels einem Sensorsystem 6 des Kraftfahrzeugs 1 detektierten Sensordaten eine geplante zweite Trajektorie für das weitere Kraftfahrzeug.

[0050] In einem dritten Schritt S4 erfolgt ein Eingeben der mittels V2X-Kommunikation an dem Kraftfahrzeug 1 empfangenen geplanten ersten Trajektorie für das weitere Kraftfahrzeug 2 und der von dem Kraftfahrzeug 1 ermittelten geplanten zweiten Trajektorie für das weitere Kraftfahrzeug 2 in das Manöverplanungsmodul 3.

[0051] In einem vierten Schritt S5 erfolgt ein Bestimmen einer von dem weiteren Kraftfahrzeug 2 geplanten Trajektorie basierend auf der mittels V2X-Kommunikation empfangenen geplanten ersten Trajektorie und der von dem Kraftfahrzeug 1 ermittel-

ten geplanten zweiten Trajektorie mittels dem Manöverplanungsmodul 3.

[0052] In einem fünften Schritt S6 erfolgt ein Bestimmen einer Soll-Trajektorie für das Kraftfahrzeug 1 basierend auf der mittels dem Manöverplanungsmodul 3 in dem vierten Schritt S5 bestimmten geplanten Trajektorie des weiteren Kraftfahrzeugs 2. Dabei sind diese beiden Schritten S5, S6 nicht als getrennte bzw. separate Schritte in dem Sinne zu betrachten, dass nach dem vierten Schritt S5 ein Zwischenprodukt vorliegt, das dann in dem fünften Schritt S6 weiterverarbeitet wird. Vielmehr kann das Manöverplanungsmodul 3 direkt aus den beiden Input-Trajektorien die Soll-Trajektorie des Kraftfahrzeugs 1 bestimmen, ohne dass dafür explizit die geplante Trajektorie des weiteren Kraftfahrzeugs 2 bestimmt wird.

[0053] Konkret kann dies vorliegend bedeuten, dass die erste und die zweite geplante Trajektorie für das weitere Kraftfahrzeug 2 vom Manöverplanungsmodul 3 ausgewertet werden, um zu entscheiden, welches Manöver für das Kraftfahrzeug 1 am besten geeignet ist, d.h. z.B. die Auffahrs pur halten, zu warten, bis das hintere bzw. weitere Kraftfahrzeug vorbeigefahren ist und dann wechseln, oder vor dem weiteren Kraftfahrzeug 2 einzuscheren.

[0054] In einem sechsten Schritt S7 erfolgt ein Steuern einer Längs- und/oder Querführung des Kraftfahrzeugs 1, sodass das Kraftfahrzeug 1 der Soll-Trajektorie automatisiert folgt. Dies kann durch das Manöverplanungsmodul 3 oder durch eine andere dazu eingerichtete Steuereinheit des Kraftfahrzeugs 1 erfolgen.

Bezugszeichenliste

1	automatisiertes Kraftfahrzeug
2	weiteres Kraftfahrzeug
3	Manöverplanungsmodul
4	Auffahrs pur
5	Fahrs pur
6	Sensorsystem
S1 - S7	Verfahrensschritte

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 3457382 A1 [0002]
- US 2013325306 A1 [0003]
- DE 102018216082 A1 [0004]

Patentansprüche

1. Verfahren zur Manöverplanung für ein automatisiertes Kraftfahrzeug (1), **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verfahren umfasst:

- Eingeben (S4) einer mittels V2X-Kommunikation an dem Kraftfahrzeug (1) empfangenen geplanten ersten Trajektorie für ein weiteres Kraftfahrzeug (2) und einer von dem Kraftfahrzeug (1) ermittelten geplanten zweiten Trajektorie für das weitere Kraftfahrzeug (2) in ein Manöverplanungsmodul (3), und
- Bestimmen (S5) einer von dem weiteren Kraftfahrzeug (2) geplanten Trajektorie basierend auf der mittels V2X-Kommunikation empfangenen geplanten ersten Trajektorie und der von dem Kraftfahrzeug (1) ermittelten geplanten zweiten Trajektorie mittels dem Manöverplanungsmodul (3).

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verfahren ein Bestimmen (S6) einer Soll-Trajektorie für das Kraftfahrzeug (1) basierend auf der mittels dem Manöverplanungsmodul (3) bestimmten geplanten Trajektorie des weiteren Kraftfahrzeugs (2) umfasst.

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verfahren ein Steuern (S7) einer Längs- und/oder Querführung des Kraftfahrzeugs (1) umfasst, sodass das Kraftfahrzeug (1) der Soll-Trajektorie automatisiert folgt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Manöverplanungsmodul (3) zum Bestimmen der geplanten Trajektorie des weiteren Kraftfahrzeugs (2) und, soweit auf Anspruch 2 rückbezogen, zum Bestimmen der Trajektorie des Kraftfahrzeugs (1) einen auf künstlicher Intelligenz beruhenden Algorithmus aufweist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verfahren umfasst:

- Empfangen (S2) der geplanten ersten Trajektorie für das weitere Kraftfahrzeug (2) mittels V2X-Kommunikation an dem Kraftfahrzeug (1), und/oder
- Bestimmen (S3) der geplanten zweiten Trajektorie basierend auf mittels einem Sensorsystem (6) des Kraftfahrzeugs (1) detektierten Sensordaten.

6. Verfahren zum Trainieren (S1) eines auf künstlicher Intelligenz beruhenden Algorithmus eines Manöverplanungsmoduls (3) für ein Kraftfahrzeug (1), der ausgestaltet ist, um eine von einem weiteren Kraftfahrzeug (2) geplante Trajektorie basierend auf einer mittels V2X-Kommunikation empfangenen geplanten ersten Trajektorie für das weitere Kraftfahrzeug (2) und einer von dem Kraftfahrzeug (1) ermittelten geplanten zweiten Trajektorie für das weitere Kraftfahrzeug (2) zu bestimmen, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Trainieren mit-

tels einem Trainingsdatensatz erfolgt, der mehrere geplante ersten Trajektorien für das weitere Kraftfahrzeug (2) und jeweils zugehörige mehrere geplante zweite Trajektorien für das weitere Kraftfahrzeug (2) umfasst.

7. Datenverarbeitungsvorrichtung (3) für ein Kraftfahrzeug (1), **dadurch gekennzeichnet**, dass die Datenverarbeitungsvorrichtung (3) ausgestaltet ist, um das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6 auszuführen.

8. Kraftfahrzeug (1), **dadurch gekennzeichnet**, dass das Kraftfahrzeug die Datenverarbeitungsvorrichtung nach Anspruch 7 umfasst.

9. Computerprogramm, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Computerprogramm Befehle umfasst, die bei der Ausführung des Programms durch einen Computer diesen veranlassen, das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6 auszuführen.

10. Computerlesbares Medium, **dadurch gekennzeichnet**, dass das computerlesbare Medium Befehle umfasst, die bei der Ausführung der Befehle durch einen Computer diesen veranlassen, das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6 auszuführen.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

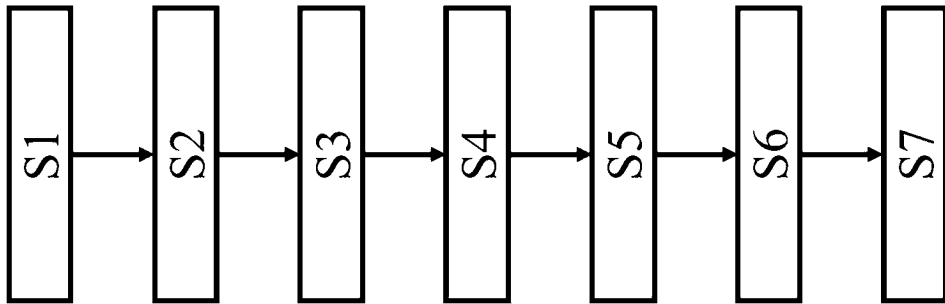


Fig. 1

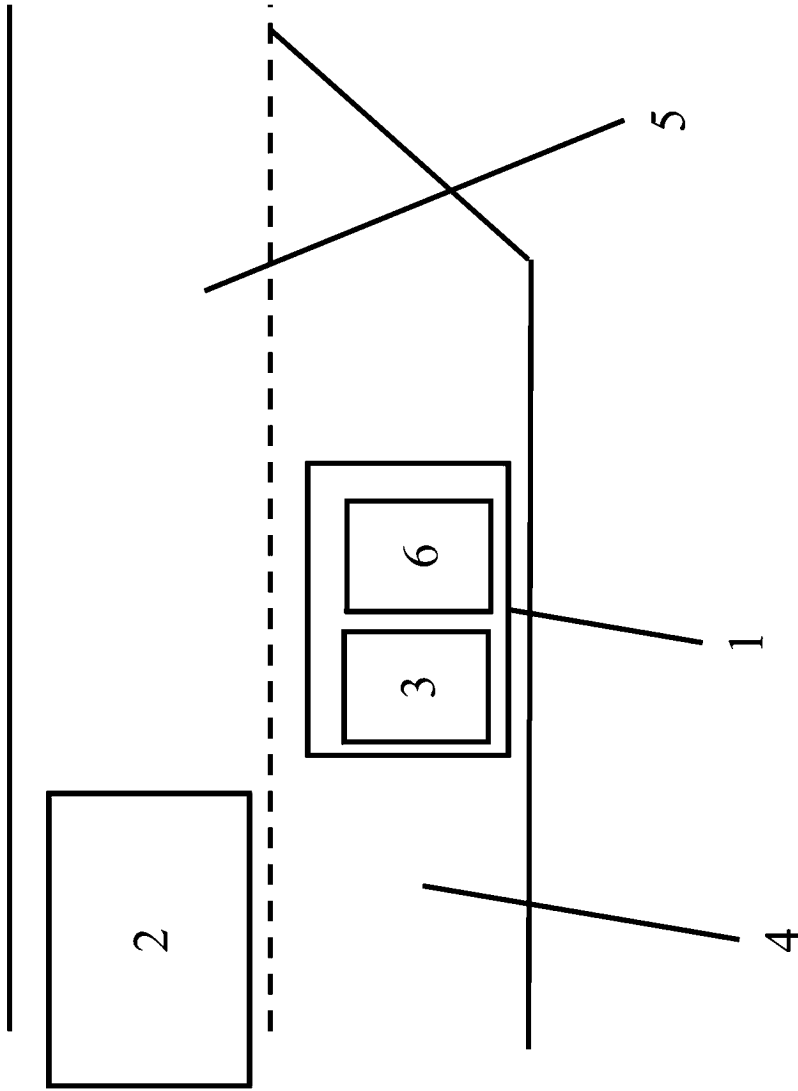


Fig. 2