



(10) **DE 10 2020 109 875 A1** 2021.10.14

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2020 109 875.8**

(22) Anmeldetag: **08.04.2020**

(43) Offenlegungstag: **14.10.2021**

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

(71) Anmelder:

**Technische Universität Darmstadt, 64289
Darmstadt, DE**

(72) Erfinder:

**Sippel, Marco, 64293 Darmstadt, DE; Winner,
Hermann, 76467 Bietigheim, DE**

(74) Vertreter:

**LifeTech IP Spies & Behrndt Patentanwälte PartG
mbB, 80687 München, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

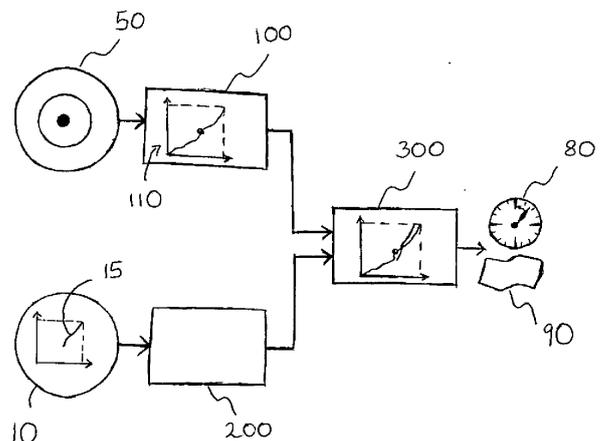
DE	10 2013 008 946	A1
DE	10 2016 224 935	A1
DE	10 2018 109 885	A1
DE	11 2019 000 065	T5

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zur Abschätzung einer Fahrzeit bis zu Zusammentreffen**

(57) Zusammenfassung: Es ist eine Vorrichtung zur Abschätzung einer Fahrzeit (80) bis zu einem Zusammentreffen eines Fahrzeugs mit einem anderen Fahrzeug auf einer wiederholt zu durchfahrenden Strecke (400) basierend auf fahrzeugspezifischen Weg-Zeit-Profilen (10,110) offenbart. Dabei umfasst das Fahrzeug eine Einrichtung zu einer Bestimmung einer Eigenposition (50). Das andere Fahrzeug stellt zumindest einen Abschnitt (15) eines ihm zugehörigen Weg-Zeit-Profiles (10) bereit. Die Vorrichtung umfasst ein Profilermittlungsmodul (100), das ausgebildet ist, um unter Verwendung der Eigenposition (50) des Fahrzeugs ein Weg-Zeit-Profil (110) zu ermitteln, ein Empfangsmodul (200) zum Empfangen zumindest des Abschnittes (15) des zu dem anderen Fahrzeug gehörigen Weg-Zeit-Profiles (10) und ein Abschätzungsmodul (300), das ausgebildet ist, um basierend auf dem ermittelten Weg-Zeit-Profil (110) und dem Weg-Zeit-Profil (10) des anderen Fahrzeugs eine Fahrzeit (80) bis zu einem zukünftigen Zusammentreffen des Fahrzeugs mit dem anderen Fahrzeug abzuschätzen.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Abschätzung einer Fahrzeit bis zu einem Zusammentreffen zweier Fahrzeuge, auf ein System zur Abschätzung von Zeitpunkten solcher Zusammentreffen, und insbesondere auf ein Verfahren zur Bestimmung des Zeitpunkts des Aufeinandertreffens mehrerer Fahrzeuge.

HINTERGRUND

[0002] In Situationen, in denen mehrere Fahrzeuge wiederholt eine bestimmte Strecke abfahren, können Fahrenden eines solchen Fahrzeugs Vorwarnungen über sich von hinten schnell nähernde Fahrzeuge zur Entlastung dienen. Informationen über erwartete Zusammentreffen - insbesondere bei Überholmanövern - führen daher auf einen Zugewinn an Sicherheit in solchen Situationen. Beispiele solcher Situationen finden sich zunächst im Motorsport, können aber auch etwa in Testverfahren (z.B. bei Fahrzeugtestfahrten) auftreten.

[0003] Im Motorsport existiert als Warnung und Anweisung bei Überholmanövern eine blaue Flagge als Zeichen für Fahrende, die demnächst überrundet werden. Die blaue Flagge zeigt an, dass sich ein schnelleres Fahrzeug nähert, dem das Vorbeifahren zu ermöglichen ist. Flaggensignale werden Fahrenden üblicherweise durch Rennleitungspersonal (Streckenwarte) von Standpunkten abseits der Strecke aus angezeigt.

[0004] Ein Erkennen der Flagge kann dabei insbesondere für Amateure schwierig sein. Zudem lässt die Flagge keine differenzierten Informationen über das überrundende Fahrzeug zu. Solche Informationen sind jedoch insbesondere bei Rennveranstaltungen mit mehreren unterschiedlichen Fahrzeugtypen, beispielsweise bei Veranstaltungen für Rennsportamateure, erwünscht. So gibt es etwa Situationen, in denen sich mehrere äußerlich gleichende Fahrzeuge unterschiedlicher Rennklassen auf der Strecke befinden, die jedoch unterschiedliche physikalische Eigenschaften etwa in Bezug auf die Größe des Motorhubraums aufweisen. Dies kann ein Abschätzen beispielsweise einer zu erwartenden Zeit bis zum Überholvorgang stark erschweren.

[0005] Aus diesen Überlegungen leitet sich ein Bedarf ab, über Positionsdaten der Fahrzeuge im Voraus zu bestimmen, wann sich zwei Fahrzeuge auf der Strecke begegnen werden. Zur Warnung bei Überhol- oder Auffahrvorgängen dienen im Fahrzeugverkehr üblicherweise Time-to-collision-Berechnungen, wie sie beispielsweise in DE102017215692A1 oder auch in DE112016001484T5 offenbart sind. In diesen Beispielen wird jeweils anhand eines Modells eine Zeit bis zu einer Begegnung der beteiligten Fahr-

zeuge abgeschätzt. Die verwendeten Modelle beinhalten die Annahme von konstanter Geschwindigkeit bzw. konstanter Geschwindigkeit und konstanter Beschleunigung. Gerade in Motorsportrennen liegen aber oft sehr dynamische Fahrweisen vor, die eine bessere Abschätzung notwendig machen. Gründe dafür sind die hohen Geschwindigkeitsänderungen beispielsweise bei einer Kurvendurchfahrt, aber auch die abschnittsweise sehr hohen Geschwindigkeitsdifferenzen zwischen den Fahrzeugen. Es besteht somit ein Bedarf nach einer verbesserten Abschätzungsmethode für eine Zeitspanne, die zwischen einem Zeitpunkt, zu dem ein überholendes Fahrzeug sich in einer bestimmten Entfernung hinter dem zu überholenden Fahrzeug befindet, und einem Zeitpunkt eines Überholvorgangs liegt.

KURZBESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0006] Dieses Ziel wird zumindest teilweise durch eine Vorrichtung nach Anspruch 1, ein System nach Anspruch 5, ein Verfahren nach Anspruch 8 und ein Computerprogrammprodukt nach Anspruch 9 erreicht. Die abhängigen Ansprüche beziehen sich auf vorteilhafte Weiterbildungen der genannten Ansprüche.

[0007] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur Abschätzung einer Fahrzeit bis zu einem Zusammentreffen eines Fahrzeugs mit einem anderen Fahrzeug. Das Fahrzeug und das andere Fahrzeug befinden sich dabei auf einer wiederholt zu durchfahrenden Strecke, und die Abschätzung beruht auf fahrzeugspezifischen Weg-Zeit-Profilen. Das Fahrzeug ist mit einer Einrichtung zu einer Bestimmung einer Eigenposition ausgestattet, und die Vorrichtung umfasst ein Profilermittlungsmodul, das ausgebildet ist, um unter Verwendung der Eigenposition des Fahrzeugs ein Weg-Zeit-Profil zu ermitteln. Das andere Fahrzeug stellt zumindest einen Abschnitt eines ihm zugehörigen Weg-Zeit-Profiles bereit, und die Vorrichtung umfasst ein Empfangsmodul zum Empfangen zumindest dieses Abschnittes des zu dem anderen Fahrzeug gehörigen Weg-Zeit-Profiles. Zudem umfasst die Vorrichtung ein Abschätzungsmodul, das ausgebildet ist, um basierend auf dem ermittelten Weg-Zeit-Profil und dem Weg-Zeit-Profil des anderen Fahrzeugs eine Fahrzeit bis zu einem zukünftigen Zusammentreffen des Fahrzeugs mit dem anderen Fahrzeug abzuschätzen.

[0008] Unter Eigenposition wird hierbei eine Information über eine Position des betreffenden Fahrzeugs bzw. über die Zeit, zu der das betreffende Fahrzeug die Position einnimmt, verstanden. Die Einrichtung zur Bestimmung einer Eigenposition kann beispielsweise ein Empfangsgerät für Signale eines globalen Satellitennavigationssystems (GNSS) wie beispielsweise des Global Positioning System (GPS) umfassen. Vielfach sind Rennfahrzeuge bereits stan-

dardmäßig mit einem Gerät dieser Art ausgestattet. In Ausführungsbeispielen beinhalten die Eigenpositionen jeweils mit einem Zeitstempel versehene Positionsdaten. Eigenpositionen eines Fahrzeugs können sich dabei auch auf eine Streckenposition (eine Position bezüglich einer geeigneten Streckenkoordinate) beziehen. Dies kann insbesondere der Fall sein, wenn für ein Profil der Rundenzeit weniger die Position auf einer Karte relevant ist, sondern der Fortschritt in einem Koordinatensystem der Strecke.

[0009] Die wiederholt zu durchfahrende Strecke kann insbesondere eine Rennstrecke sein. Neben dem Fahrzeug und dem anderen Fahrzeug können sich weitere Fahrzeuge auf der Strecke befinden.

[0010] Ein Weg-Zeit-Profil umfasst einen Satz von Daten, aus denen sich erwartete Eigenpositionen des Fahrzeugs bzw. des anderen Fahrzeugs insbesondere im Bezug auf die Strecke in einem zeitlichen Verlauf bestimmen lassen (z.B. bezüglich eines Fixpunktes wie einer Startlinie). Eine Ermittlung eines Weg-Zeit-Profils umfasst ein Aufzeichnen einer Anzahl von Eigenpositionen und zugehörigen Zeiten, die das Fahrzeug in einer Durchfahrt der Strecke einnimmt. Ein Weg-Zeit-Profil besteht damit grundsätzlich erst, wenn Fahrende mit dem Fahrzeug die Strecke einmal durchfahren haben. Es soll als Voraussage der Fahrtrajektorie des Fahrzeugs für spätere Durchfahrten dienen. Dabei wird von der Annahme ausgegangen, dass ein geübter Fahrender (auch auf einem Amateurlevel) die Strecke im Idealfall jeweils in einer ähnlichen Weise durchfährt.

[0011] Optional umfassen die fahrzeugspezifischen Weg-Zeit-Profile jeweils eine Vielzahl von diskreten Zeitpunkten und dazugehörigen Positionsangaben und der zumindest eine Abschnitt eine oder mehrere der folgenden Angaben: eine oder mehrere zukünftige Zeitpunkt(e) und die dazugehörige(n) Position(en), eine Positionsangabe des anderen Fahrzeugs zum Zeitpunkt der Bereitstellung. Die Weg-Zeit-Profile des Fahrzeugs und des anderen Fahrzeugs können insbesondere eine Menge von Daten umfassen, mit denen sich zukünftige Eigenpositionen des jeweiligen Fahrzeugs abschätzen lassen, und der Abschnitt des Weg-Zeit-Profils, den das andere Fahrzeug bereitstellt, lässt mindestens ein Abschätzen einer zukünftigen Eigenposition zu und/oder umfasst eine aktuelle Eigenposition des anderen Fahrzeugs.

[0012] Eine Übertragung von Daten zwischen dem Fahrzeug und dem anderen Fahrzeug kann beispielsweise durch ein Kommunikationssystem über elektromagnetische Wellen, beispielsweise durch ein Funksystem, erfolgen. Der Abschnitt, der dabei vom anderen Fahrzeug übertragen wird, ist umfangreich genug, um eine Abschätzung von Eigenpositionen des anderen Fahrzeugs für eine wahrscheinliche Zeitspanne des Überholungsvorgangs zu ermögli-

chen. Dabei kann die Eigenposition des anderen Fahrzeugs indirekt durch den Beginn des Abschnitts zum Übertragungszeitpunkt enthalten sein. Alternativ oder zusätzlich können auch eine oder mehrere Positionen oder Eigenpositionen vom anderen Fahrzeug an das Fahrzeug gesendet werden. Im Abschätzungsmodul werden in Abhängigkeit der Eigenpositionen der Fahrzeuge die Weg-Zeit-Profile verglichen, und daraus eine Zeit bis zu einem Zusammentreffen des Fahrzeugs und des anderen Fahrzeugs bestimmt.

[0013] Die Module der Vorrichtung - insbesondere das Profilermittlungsmodul, das Empfangsmodul und das Abschätzungsmodul - liegen nicht notwendigerweise als getrennte Einheiten vor, sondern können zusammengefasst, als nicht eigenständige Bestandteile anderer Teile der Vorrichtung bzw. funktional untrennbar ausgebildet sein.

[0014] Optional ist das Profilermittlungsmodul weiter ausgebildet, um in einem Lernprozess das Weg-Zeit-Profil des Fahrzeugs basierend auf mindestens einer Durchfahrt der Strecke zu bestimmen.

[0015] Der Lernprozess kann insbesondere darin bestehen, dass die Vorrichtung jeweils während einer Durchfahrt der Strecke ein Weg-Zeit-Profil ermittelt und das Weg-Zeit-Profil am Ende der Runde mit einem bereits bestehenden Weg-Zeit-Profil vergleicht, verbindet und/oder das neu ermittelte Weg-Zeit-Profil bewertet. In die Bewertung können insbesondere erkannte Fahrfehler oder äußere Umstände wie beispielsweise Witterungsbedingungen, ein Vorhandensein von Bereichen mit Geschwindigkeits- oder sonstigen Fahrbegrenzungen oder auch ein Wartungshalt (Boxenstopp) einfließen bzw. bewusst ignoriert werden. Zudem können Informationen über Art und Anzahl anderer Fahrzeuge auf der Strecke und über technische Daten des Fahrzeugs (etwa Hubraum oder maximale Beschleunigung) in die Bewertung eingehen. Ein Ersetzen eines zuvor bestimmten Weg-Zeit-Profils kann in einem Verwerfen eines zuvor bestimmten Weg-Zeit-Profils, einer Mittelung oder gewichteten Mittelung oder auch in einer Auswahl z.B. der schnellsten Runde aus mehreren Weg-Zeit-Profilen bestehen.

[0016] Optional ist das Profilermittlungsmodul weiter ausgebildet, um für eine Unterteilung der Strecke in eine Anzahl von Streckensegmenten gleicher Länge eine Position des Fahrzeugs im Weg-Zeit-Profil durch Identifikation eines korrespondierenden Streckensegments sowie einer Verschiebung innerhalb des korrespondierenden Streckensegments zu bestimmen.

[0017] Die Länge eines Streckensegments kann sich dabei beispielsweise auf eine Mittellinie der Strecke beziehen.

[0018] Optional ist die Einrichtung zur Fahrzeitbestimmung ausgebildet, um nach einer definierten Bedingung an die abgeschätzte Fahrzeit ein Warnsignal auszugeben.

[0019] Der Begriff „Warnsignal“ ist dabei breit gefasst; es kann sich um ein akustisches Signal für einen Fahrenden des Fahrzeugs oder auch um Weitergabe der ermittelten Information an übergeordnete Systeme handeln. Das Warnsignal kann auch an das andere Fahrzeug weitergeleitet bzw. übertragen werden.

[0020] Die Vorrichtung kann dabei ganz oder teilweise auch außerhalb des Fahrzeugs, beispielsweise in einer zentralen Recheneinheit, ausgebildet sein. In diesem Fall erhält die Recheneinheit die Eigenpositionen des Fahrzeugs und/oder des anderen Fahrzeugs. Die Übertragung von Weg-Zeit-Profilen bzw. mindestens des Abschnitts eines Weg-Zeit-Profiles kann innerhalb der Recheneinheit erfolgen, und lediglich das Ergebnis der Abschätzung der Fahrzeit bis zu einem Zusammentreffen und/oder das Warnsignal an das Fahrzeug und/oder an das andere Fahrzeug übertragen werden.

[0021] Ausführungsbeispiele beziehen sich auch auf ein System zur Abschätzung von Zeitpunkten von Zusammentreffen für eine Anzahl von Fahrzeugen basierend auf fahrzeugspezifischen Weg-Zeit-Profilen, die jeweils ein wahrscheinliches Geschwindigkeitsprofil des zugehörigen Fahrzeugs wiedergeben. Das System umfasst zumindest eine Positionsbestimmungseinrichtung, die ausgebildet ist, um wiederholt Eigenpositionen der Fahrzeuge zu bestimmen. Weiter umfasst das System eine Kommunikationseinrichtung, die ausgebildet ist, um Daten zwischen mindestens jeweils zwei Fahrzeugen zu übertragen, wobei die Daten von den Weg-Zeit-Profilen der Fahrzeuge abhängen. Zudem umfasst das System eine Vorrichtung zu einer Abschätzung der Fahrzeit nach der vorangehenden Beschreibung, die in jedem Fahrzeug ausgebildet ist. Die Positionsbestimmungseinrichtungen können beispielsweise in jedem Fahrzeug vorhanden sein oder es wird eine (zentrale) Positionsbestimmungseinrichtung, die für alle Fahrzeuge die Positionen bestimmen kann, die dann mit Fahrzeugen über die Kommunikationseinrichtung kommunizieren kann.

[0022] Optional ist dabei, dass die Kommunikationseinrichtung ausgebildet ist, um zwischen einem Fahrzeug und einem anderen Fahrzeug Daten gemäß mindestens einem Aufzählungspunkt der folgenden Liste zu übertragen:

- Positionen der Fahrzeuge,
- Weg-Zeit-Profile der Fahrzeuge (oder Abschnitte davon),

- Fahrzeiten bis zu einem zukünftigen Zusammentreffen des Fahrzeugs mit dem anderen Fahrzeug,

- Geschwindigkeiten der Fahrzeuge.

[0023] Optional bestimmt die Positionsbestimmungseinrichtung Eigenpositionen der Fahrzeuge in regelmäßigen Zeitabständen, beispielsweise mit einer Frequenz von **10** Hertz (Hz).

[0024] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auch auf ein Verfahren zu einer Abschätzung einer Fahrzeit bis zu einem Zusammentreffen eines Fahrzeugs mit einem anderen Fahrzeug auf einer wiederholt zu durchfahrenden Strecke. Das Verfahren umfasst folgende Schritte:

- Bestimmen eines ersten Weg-Zeit-Profiles für die zu durchzufahrende Strecke unter Verwendung von Eigenpositionen des Fahrzeugs;

- Empfangen eines zweiten Weg-Zeit-Profiles für die zu durchzufahrende Strecke unter Verwendung von Eigenpositionen des anderen Fahrzeugs;

- Abschätzen einer Fahrzeit bis zu einem zukünftigen Zusammentreffen des Fahrzeugs und des anderen Fahrzeugs unter Verwendung zumindest eines Abschnitts des ersten Weg-Zeit-Profiles sowie zumindest eines Abschnitts des zweiten Weg-Zeit-Profiles.

[0025] Das Verfahren setzt sich gemäß diesen Schritten aus zwei wesentlichen Teilen zusammen. Der erste Teil ist die Aufnahme und Verarbeitung der Daten, die für die Berechnung der Zeitabstände zwischen den einzelnen Fahrzeugen bzw. Rennteilnehmern benötigt werden. Der zweite Teil ist die eigentliche Berechnung des Zeitabstands zwischen den Teilnehmern.

[0026] Ausführungsbeispiele beziehen sich auch auf ein Computerprogrammprodukt mit einem Datenträger und darauf abgespeichertem Softwarecode, welches ausgebildet ist, um bei einem Ausführen des Softwarecodes in mindestens einem datenverarbeitenden Gerät ein Verfahren der vorangehend beschriebenen Art auszuführen.

[0027] Insbesondere kann das Verfahren als Softwarecode auf einem Gerät gespeichert werden, das eine Plug-and-Play-Eigenschaft aufweist, also als Peripheriegerät an eine in dem Fahrzeug bestehende Einrichtung angeschlossen werden kann, ohne weitere Konfigurationen oder Einstellungen vorzunehmen oder Gerätetreiber zu installieren.

[0028] In Ausführungsbeispielen wird das Verfahren durchgeführt als ein Verfahren zur Bestimmung des Zeitpunkts eines Aufeinandertreffens mindestens zweier Fahrzeuge auf einem vorher bekannt-

ten Streckenverlauf, gekennzeichnet dadurch, dass für die betroffenen Fahrzeuge aus vergangenen telemetrischen Daten ein Weg-Zeit-Profil oder Strecken-Zeit-Profil bzw. Bewegungsprofil angelegt wird, wodurch sich der künftige Zeitpunkt des Aufeinandertreffens vorhersagen lässt. Dabei können mindestens die Positionsdaten und/oder die Geschwindigkeitsdaten des Fahrzeugs bzw. der Fahrzeuge genutzt werden, um mindestens das Bewegungsprofil eines einzelnen Fahrzeugs, bevorzugt aber von mehreren bzw. allen Fahrzeugen auf der Strecke zu berechnen. Die Entscheidung über die Aktualisierung der Bewegungsprofile erfolgt zumindest auf Basis der Auswertung von Telemetriedaten. Die Berechnung des Weg-Zeit-Profils erfolgt durch eine geeignete Recheneinheit mithilfe von mindestens einem aufgezeichneten Bewegungsprofil eines der Fahrzeuge. Dabei kann die Recheneinheit als eine von den Fahrzeugen unabhängige Recheneinheit umgesetzt sein oder sich in einem Fahrzeug befinden. Weiter kann mindestens ein Teil der Informationsübermittlung über eine Kommunikationsschnittstelle erfolgen, die mithilfe von elektromagnetischen Wellen oder Schallwellen die notwendigen Informationen für die Berechnung vom entsprechenden Fahrzeug an die umliegenden Fahrzeuge und/oder an eine zentrale Recheneinheit und/oder an eine andere Kommunikationseinheit überträgt. Darüber hinaus kann in dem Fahrzeug während des Rennens ein Informations- oder Warnsignal generiert werden, sofern ein Schwellwert für die Zeit bis zum Aufeinandertreffen unterschritten wird. Optional unterbleibt die Generierung des Informations- oder Warnsignals, sofern die Rennklasse und aktuelle Runde der sich nähernden Fahrzeugen sich nicht unterscheiden.

[0029] Zusammenfassend besteht ein Kern der Erfindung aus der Berechnung der Zeitabstände zwischen den Fahrzeugen. Entscheidend ist dabei, dass bereits aufgezeichnete Daten für die Berechnung verwendet werden, da auf einer Rennstrecke Annahmen wie konstante Beschleunigung oder konstante Geschwindigkeit nicht der Realität entsprechen; vielmehr fahren die Fahrzeuge auf der Rennstrecke so schnell, wie es unter den gegebenen Randbedingungen möglich ist. Zu den Randbedingungen zählen die verschiedenen Teilnehmer, die ebenfalls auf der Strecke sind, Witterungsbedingungen, Straßenbedingungen und der aktuelle Zustand des Rennens (z.B. Rennabbruch oder ein langsam zu befahrener Sektor aufgrund eines Unfalls).

[0030] Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung bieten die folgenden Vorteile. Die Vorrichtung und das beschriebene Verfahren sind vor allem geeignet für den Einsatz auf abgeschlossenen Strecken, da für die Anwendung ein Mindestmaß an Informationen notwendig ist. Dazu zählen z.B. die Annahmen, dass die Fahrzeuge starke Änderungen der Geschwindigkeit durchführen, und dass sie auf ei-

ner vorher bekannten Strecke fahren. Für eine Motorsportanwendung ist die Vorrichtung geeignet, die Sicherheit für die Rennfahrenden auf der Strecke zu verbessern, indem durch die automatisierte Berechnung der Begegnungszeitpunkte Fahrenden eine Quelle für Unaufmerksamkeit abgenommen wird, da er/sie rechtzeitig über nahende Fahrzeuge informiert werden kann.

Figurenliste

[0031] Die Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden besser verstanden anhand der folgenden detaillierten Beschreibung und den beiliegenden Zeichnungen der unterschiedlichen Ausführungsbeispiele, die jedoch nicht so verstanden werden sollten, dass sie die Offenbarung auf die spezifischen Ausführungsformen einschränken, sondern lediglich der Erklärung und dem Verständnis dienen.

Fig. 1 zeigt ein Schema für ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

Fig. 2 zeigt ein Ablaufdiagramm zu einer Erstellung eines Weg-Zeit-Profils.

Fig. 3 zeigt Details zur Bestimmung einer Position auf der Strecke.

Fig. 4 illustriert einen Abgleich zweier Weg-Zeit-Profile.

Fig. 5 zeigt Schritte eines Verfahrens zur Abschätzung einer Fahrzeit bis zu einem Zusammentreffen zweier Fahrzeuge.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

[0032] **Fig. 1** zeigt ein Schema für ein Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zur Abschätzung einer Fahrzeit **80** bis zu einem Zusammentreffen eines Fahrzeugs mit einem anderen Fahrzeug auf einer wiederholt zu durchfahrenden Strecke. Die Abschätzung basiert auf fahrzeugspezifischen Weg-Zeit-Profilen **10**, **110**. Zur Erstellung eines ihm zugehörigen Weg-Zeit-Profils **110** verfügt das Fahrzeug über eine Einrichtung zu einer Bestimmung einer Eigenposition **50**. Das andere Fahrzeug stellt zumindest einen Abschnitt **15** des ihm zugehörigen Weg-Zeit-Profils **10** bereit. Dabei besteht dieser Abschnitt **15** mindestens aus einem einzelnen Punkt und kann auch nur die momentane Position des Fahrzeuges enthalten. Die Vorrichtung umfasst ein Profilermittlungsmodul **100**, ein Empfangsmodul **200** und ein Abschätzungsmodul **300**. Das Profilermittlungsmodul **100** ist ausgebildet, um unter Verwendung der Eigenposition **50** des Fahrzeugs das Weg-Zeit-Profil **110** zu ermitteln. Das Empfangsmodul **200** ist ausgebildet, um den Abschnitt **15** des zu dem anderen Fahrzeug gehörigen Weg-Zeit-Profils **10** zu empfangen. Das Abschätzungsmodul **300** ist ausgebildet, um basierend auf dem ermittelten Weg-Zeit-Profil **110** und dem Abschnitt **15** des Weg-Zeit-Profils **10** des anderen Fahrzeugs eine

Fahrzeit **80** bis zu einem zukünftigen Zusammentreffen des Fahrzeugs mit dem anderen Fahrzeug abzuschätzen. Zudem kann das Abschätzungsmodul **300** ausgebildet sein, um eine Warnung **90** (die „blaue Flagge“ im Motorsport) zu erzeugen und beispielsweise dem Fahrenden des Fahrzeugs anzuzeigen. Die Warnung **90** kann auch weitere Informationen umfassen, wie z.B. welche(s) Fahrzeug(e) wann bzw. wo voraussichtlich überholen werden.

[0033] Fig. 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel für einen Prozess von der Aufnahme der Daten bis zu einem nutzbaren Weg-Zeit-Profil. Der Prozess beginnt mit der Eigenposition **50** eines Fahrzeugs zu einem definierten Zeitschritt. Beendet ein Fahrzeug eine Runde - d.h. hat das Fahrzeug die zu durchzufahrende Strecke durchfahren - erfolgt eine Prüfung **105**, ob die Runde „sauber“ durchfahren wurde. Sauber bedeutet hier, dass sich das Fahrzeug während der Runde nicht in einem fahrdynamisch instabilen Zustand befunden hat. Auf diese Weise wird ausgeschlossen, dass Runden für die Berechnung herangezogen werden, die mit groben Fahrfehlern gefahren worden sind. Zusätzlich werden in der Prüfung **105** äußere Faktoren **30** berücksichtigt, die verhindert haben, dass eine Runde mit der maximalen Geschwindigkeit gefahren worden ist. Dazu gehören z.B. ein Besuch der Boxengasse oder ein Bereich mit gelber Flagge, in dem nur mit reduzierter Geschwindigkeit gefahren werden darf. Ist die Runde nicht sauber gefahren worden, werden die Daten verworfen **115**. Ist die Runde hingegen sauber gefahren worden, werden die vorhandenen Eigenpositionsdaten **50** verwendet, um ein Weg-Zeit-Profil **110** zu berechnen, das ggf. ein vorhandenes Profil ersetzt. Auch andere Varianten, das alte Profil zu aktualisieren - wie z.B. Mittelung aus mehreren Runden oder Auswahl der schnellsten Runde - können verwendet werden.

[0034] Fig. 3 zeigt ein Ausführungsbeispiel für eine Bestimmung einer Eigenposition **50** im Bezug auf die bekannte Strecke. Dargestellt ist ein Abschnitt der Strecke **400**. Der Weg für ein Weg-Zeit-Profil wird dabei in einer Streckenkoordinate s dargestellt, da für ein Profil der Rundenzeit weniger die Position auf einer Karte relevant ist, sondern der Fortschritt im Koordinatensystem der Strecke **400**. Die Strecke **400** wird dafür in eine Anzahl K von Streckensegmenten **401 - 404** gleicher Länge unterteilt. Jedem Streckensegment **401 - 404** ist eine Trennlinie mit Index $k \in \{0, \dots, K - 1\}$ und eine dort zurückgelegte Distanz $s(k)$ zugeordnet. Weiter ist jeder Trennlinie k ein normierter Richtungsvektor $\vec{v}(k)$ zugeordnet. Er beschreibt die normierte Richtung der Tangente an die Streckenmittellinie **450**.

[0035] Eine Eigenposition **50**, beispielsweise eine GPS-Position zur Zeit t , gegeben durch einen Vektor $\vec{P}(t)$ mit x - y -Koordinate $\vec{P}(t) = (x, y)^T$ bezüg-

lich eines gewählten Koordinatensystems, führt nun wie folgt auf eine zugehörige Streckenkoordinate

$s(\vec{P})$: Für eine gemessene Eigenposition **50** wird ein zugehöriges Streckensegment **404** bestimmt. Der zu-

rückgelegte Weg $s(\vec{P})$ ergibt sich dann aus der Distanz $s(k)$, die diesem Streckensegment **404** zugeordnet ist, und dem projizierten Abstand der Eigenposition,

$$s(\vec{P}) = s(k) + \vec{v}(k) \cdot (\vec{P}(t) - \vec{P}_k),$$

wobei der Vektor \vec{P}_k den Kreuzungspunkt der Mittellinie mit der Trennlinie k bezeichnet.

[0036] Fig. 4 illustriert die Bestimmung der Begegnungspunkte und der Zeiten bis zu einem Zusammentreffen für ein Fahrzeug mit einem anderen Fahrzeug. In der Bestimmung werden das Weg-Zeit-Profil **110** des Fahrzeugs, zumindest ein Abschnitt des Weg-Zeit-Profils **10** des anderen Fahrzeugs, sowie Eigenpositionen der Fahrzeuge zu einem Zeitpunkt t verwendet. Die linke Seite der Figur zeigt einen Teil des Weg-Zeit-Profils **110** des Fahrzeugs sowie das Weg-Zeit-Profil **10** des anderen Fahrzeugs. Auf der Ordinate ist die aktuelle Position jedes Fahrzeugs in der Streckenkoordinate s angezeigt. Die Abszisse stellt die Zeit dar, die das Fahrzeug nach dem Profil bereits benötigt hat, um bis zu diesem Abschnitt der Strecke in der aktuellen Runde zu gelangen.

[0037] Die rechte Seite illustriert die Bestimmung der Zeit bis zu einem Zusammentreffen. Dabei sind die Weg-Zeit-Profile **10**, **110** so verschoben werden, dass sich alle Fahrzeuge auf der Zeit-Achse am selben Zeitpunkt $t = 0$ befinden. Die zeitliche Entwicklung der räumlichen Distanz zwischen den Fahrzeugen ist damit im Diagramm durch den Unterschied zwischen verschobenen Weg-Zeit-Profilen **10, 110** ablesbar.

[0038] Befinden sich mehrere Fahrzeuge im Rennen, so kann der Prozess auch für alle diese Fahrzeuge durchgeführt werden. Aus den jeweiligen verschobenen Weg-Zeit-Profilen werden dann für jedes Fahrzeug einzeln die relevanten Profile ausgewählt, für die eine Überholung möglich ist. Es werden also nur Fahrzeuge für eine mögliche Überholung in Betracht gezogen, die sich in einem bestimmten Abstand zum Fahrzeug befinden, oder es wird eine maximale Anzahl an Überholungen für den betrachteten Zeitraum bis zur nächsten Berechnung angenommen. Für die relevanten Fahrzeuge und deren Profile wird eine mögliche Überholung durch Suche nach Schnittpunkten geprüft.

[0039] Fig. 5 zeigt Schritte eines Verfahrens zu einer Abschätzung einer Fahrzeit bis zu einem Zusammentreffen eines Fahrzeugs mit einem anderen Fahrzeug auf einer wiederholt zu durchfahrenden Strecke. Dabei umfasst ein erster Schritt ein Bestimmen **S100** eines ersten Weg-Zeit-Profiles für die zu durchfahrende Strecke unter Verwendung von Eigenpositionen des Fahrzeugs. Ein weiterer Schritt umfasst ein Empfangen **S200** eines zweiten Weg-Zeit-Profiles für die zu durchfahrende Strecke unter Verwendung von Eigenpositionen des anderen Fahrzeugs. Ein weiterer Schritt des Verfahrens umfasst ein Abschätzen **S300** einer Fahrzeit bis zu einem zukünftigen Zusammentreffen des Fahrzeugs und des anderen Fahrzeugs. Dieses Abschätzen **S300** erfolgt unter Verwendung zumindest eines Abschnitts des ersten Weg-Zeit-Profiles sowie zumindest eines Abschnitts des zweiten Weg-Zeit-Profiles.

[0040] Die in der Beschreibung, den Ansprüchen und den Figuren offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination für die Verwirklichung der Erfindung wesentlich sein.

Bezugszeichenliste

10	Weg-Zeit-Profil eines anderen Fahrzeugs
15	Abschnitt des Weg-Zeit-Profiles eines anderen Fahrzeugs
30	äußere Faktoren
50	Eigenposition des Fahrzeugs
80	Fahrzeit
90	Warnung (blaue Flagge)
100	Profilermittlungsmodul
110	Weg-Zeit-Profil des Fahrzeugs
200	Empfangsmodul
300	Abschätzungsmodul
400	Strecke
401, ..., 404:	Segmentstrecken
S100, ..., S300:	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

- DE 102017215692 A1 [0005]
- DE 112016001484 T5 [0005]

Patentansprüche

1. Eine Vorrichtung zur Abschätzung einer Fahrzeit (80) bis zu einem Zusammentreffen eines Fahrzeugs mit einem anderen Fahrzeug auf einer wiederholt zu durchfahrenden Strecke (400) basierend auf fahrzeugspezifischen Weg-Zeit-Profilen (10,110), wobei das Fahrzeug eine Einrichtung zu einer Bestimmung einer Eigenposition (50) umfasst und das andere Fahrzeug zumindest einen Abschnitt (15) des ihm zugehörigen Weg-Zeit-Profiles (10) bereitstellt, die Vorrichtung umfasst:

ein Profilermittlungsmodul (100), das ausgebildet ist, um unter Verwendung der Eigenposition (50) des Fahrzeugs ein Weg-Zeit-Profil (110) zu ermitteln;
 ein Empfangsmodul (200) zum Empfangen zumindest des Abschnittes (15) des zu dem anderen Fahrzeug gehörigen Weg-Zeit-Profiles (10); und
 ein Abschätzungsmodul (300), das ausgebildet ist, um basierend auf dem ermittelten Weg-Zeit-Profil (110) und dem Weg-Zeit-Profil (10) des anderen Fahrzeugs eine Fahrzeit (80) bis zu einem zukünftigen Zusammentreffen des Fahrzeugs mit dem anderen Fahrzeug abzuschätzen.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die fahrzeugspezifischen Weg-Zeit-Profile (110) jeweils durch eine Vielzahl von diskreten Zeitpunkten und dazugehörigen Positionsangaben gegeben sind und der zumindest eine Abschnitt (15) eine oder mehrere der folgenden Angaben umfasst:

- einen oder mehrere zukünftige Zeitpunkt(e) und die dazugehörige(n) Position(en),
- eine Positionsangabe des anderen Fahrzeugs zum Zeitpunkt der Bereitstellung.

3. Die Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Profilermittlungsmodul (100) weiter ausgebildet ist, um in einem Lernprozess das Weg-Zeit-Profil (110) des Fahrzeugs basierend auf mindestens einer Durchfahrt der Strecke (400) zu bestimmen.

4. Die Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Strecke (400) in eine Anzahl von Streckensegmenten (401 - 404) gleicher Länge unterteilt ist, und wobei das Profilermittlungsmodul (100) weiter ausgebildet ist, um eine Position des Fahrzeugs im Weg-Zeit-Profil (110) durch Identifikation eines korrespondierenden Streckensegments (404) sowie einer Verschiebung innerhalb des korrespondierenden Streckensegments (404) zu bestimmen.

5. Die Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Abschätzungsmodul (300) ausgebildet ist, um nach einer definierten Bedingung an die abgeschätzte Fahrzeit (80) ein Warnsignal (90) auszugeben.

6. Ein System zur Abschätzung von Zeitpunkten (80) von Zusammentreffen für eine Anzahl von Fahrzeugen basierend auf fahrzeugspezifischen Weg-Zeit-Profilen (10,110), die jeweils ein wahrscheinliches Geschwindigkeitsprofil des zugehörigen Fahrzeugs wiedergeben, mit:

zumindest einer Positionsbestimmungseinrichtung, ausgebildet, um wiederholt Eigenpositionen (50) der Fahrzeuge zu bestimmen;
 einer Kommunikationseinrichtung, ausgebildet, um Daten zwischen mindestens jeweils zwei Fahrzeugen zu übertragen, wobei die Daten von den Weg-Zeit-Profilen (10,110) der Fahrzeuge abhängen; und
 einer Vorrichtung zu einer Abschätzung der Fahrzeit (80) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, die in jedem Fahrzeug ausgebildet ist.

7. Das System nach Anspruch 5, wobei die Kommunikationseinrichtung ausgebildet ist, um zwischen einem Fahrzeug und einem anderen Fahrzeug Daten gemäß mindestens einem Aufzählungspunkt der folgenden Liste zu übertragen:

- Positionen der Fahrzeuge,
- Weg-Zeit-Profile (10, 110) der Fahrzeuge,
- Fahrzeiten (80) bis zu einem zukünftigen Zusammentreffen des Fahrzeugs mit dem anderen Fahrzeug,
- Geschwindigkeiten der Fahrzeuge.

8. Das System nach Anspruch 6 oder Anspruch 7, wobei die Positionsbestimmungseinrichtung Eigenpositionen (50) der Fahrzeuge in regelmäßigen Zeitabständen bestimmt.

9. Ein Verfahren zu einer Abschätzung einer Fahrzeit (80) bis zu einem Zusammentreffen eines Fahrzeugs mit einem anderen Fahrzeug auf einer wiederholt zu durchfahrenden Strecke mit folgenden Schritten:

- Bestimmen (S100) eines ersten Weg-Zeit-Profiles (110) für die zu durchfahrende Strecke unter Verwendung von Eigenpositionen (50) des Fahrzeugs;
- Empfangen (S200) zumindest eines Abschnittes (15) eines zweiten Weg-Zeit-Profiles (10) des anderen Fahrzeugs;
- Abschätzen (S300) einer Fahrzeit (80) bis zu einem zukünftigen Zusammentreffen des Fahrzeugs und des anderen Fahrzeugs unter Verwendung zumindest eines Abschnittes des ersten Weg-Zeit-Profiles (110) sowie zumindest eines Abschnittes (15) des zweiten Weg-Zeit-Profiles (10).

10. Ein Computerprogrammprodukt mit einem Datenträger und darauf abgespeichertem Softwarecode, welches ausgebildet ist, um bei einem Ausführen des Softwarecodes in mindestens einem datenverarbeitenden Gerät das Verfahren nach Anspruch 8 auszuführen.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

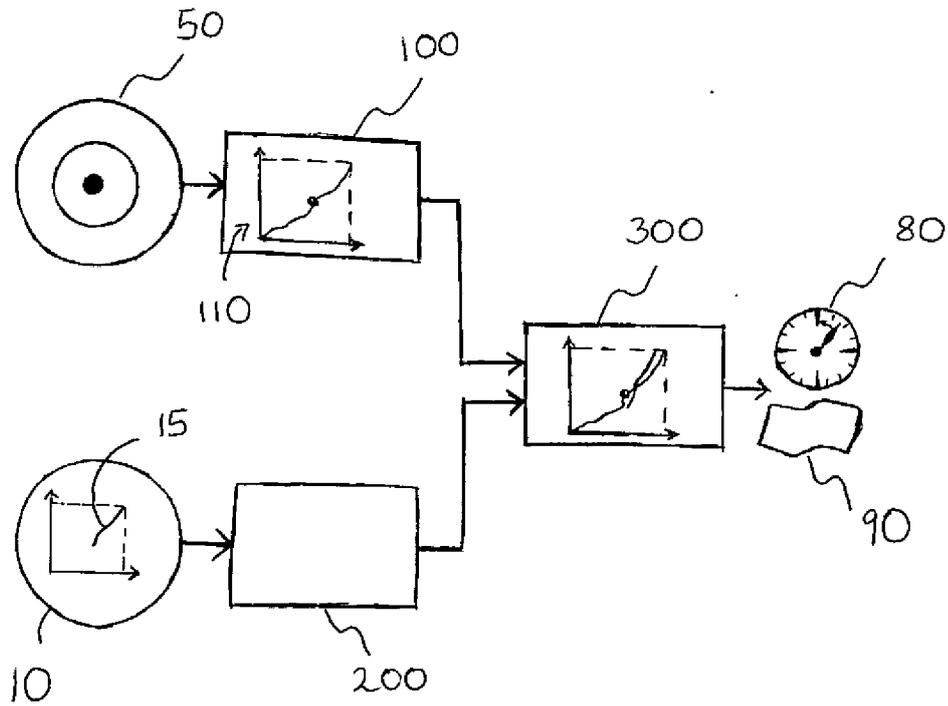


Fig. 1

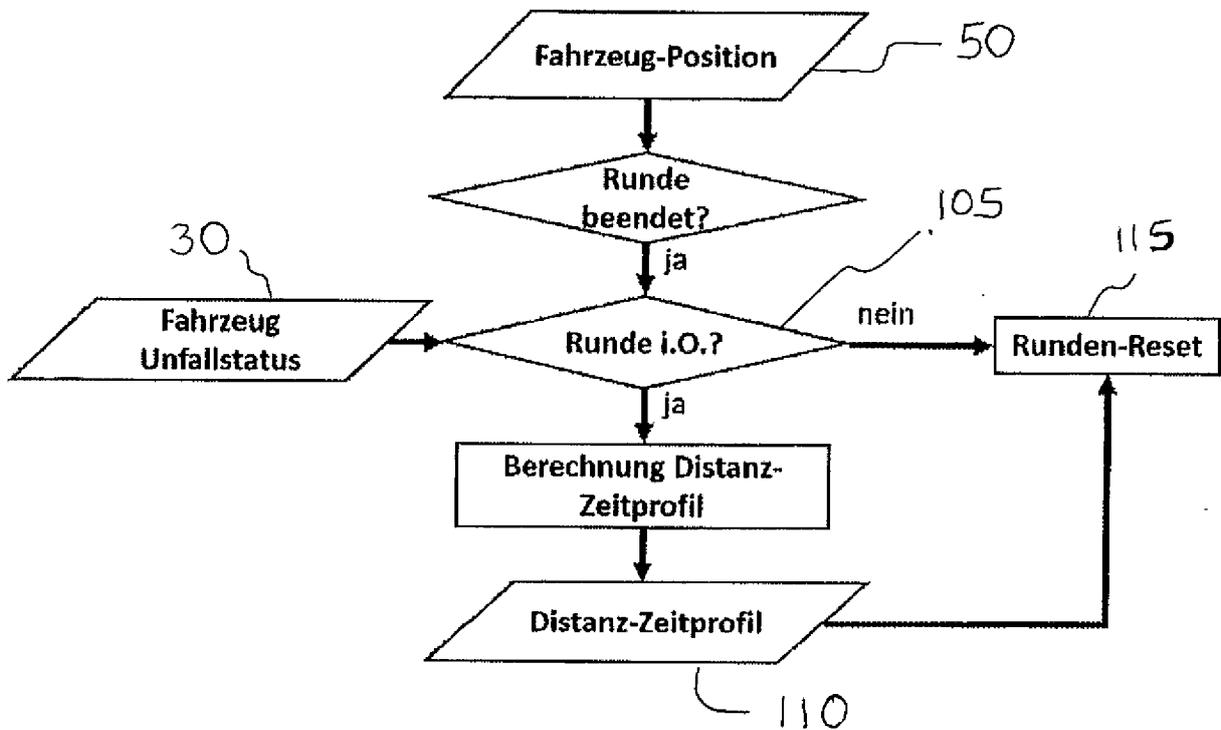


Fig. 2

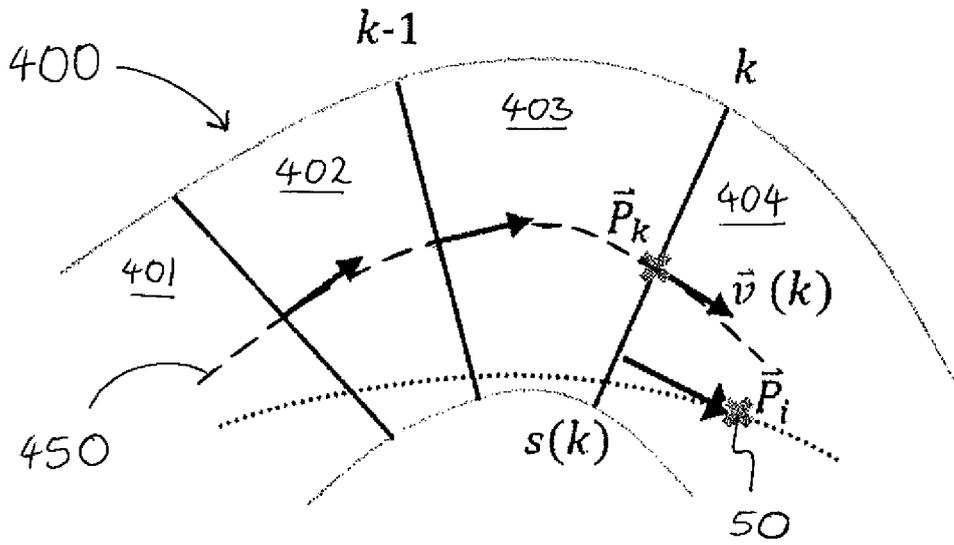


Fig. 3

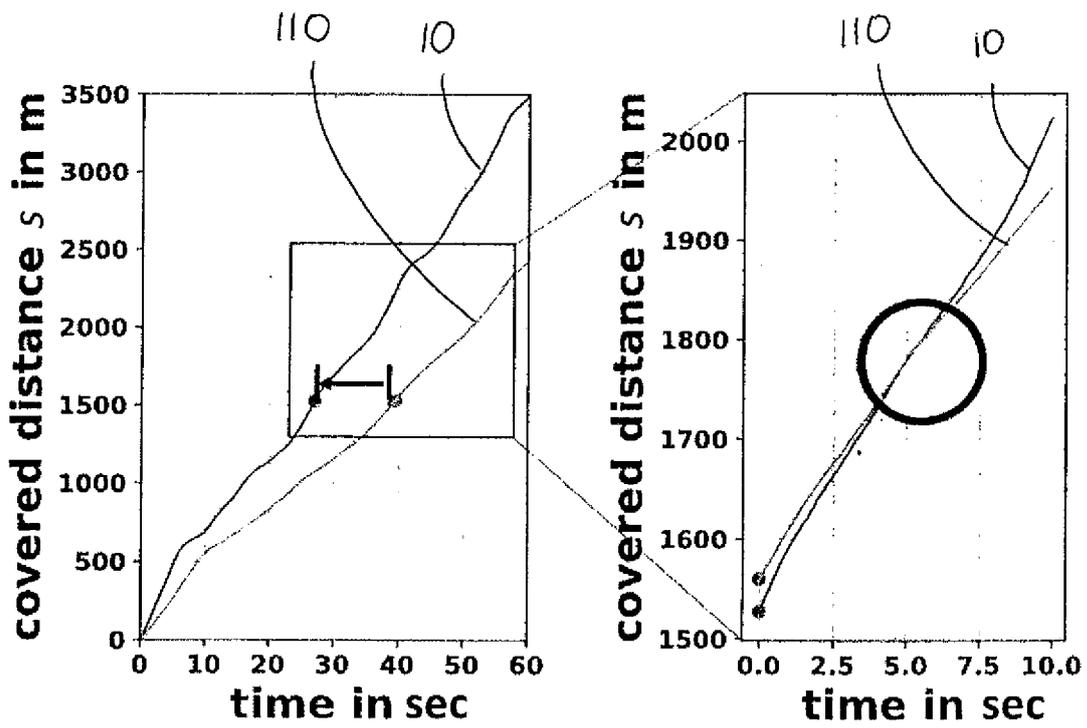


Fig. 4

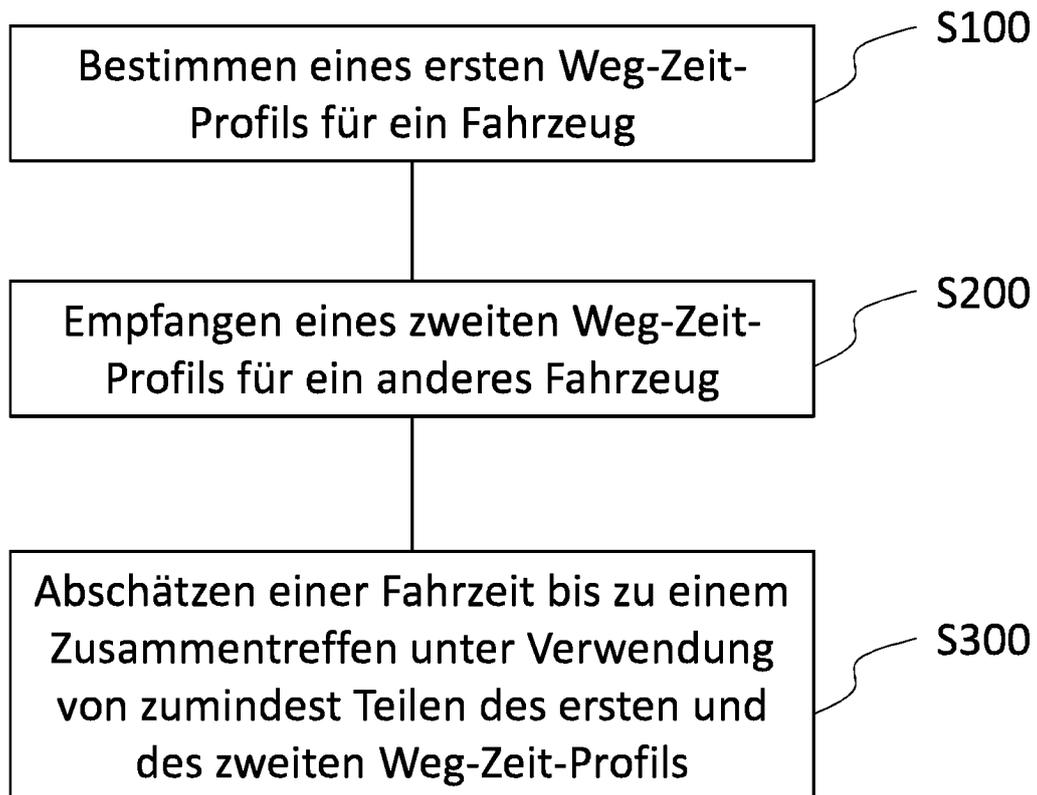


Fig. 5