

(19)



(11)

EP 1 665 197 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
30.05.2007 Patentblatt 2007/22

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

(21) Anmeldenummer: **04764222.8**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2004/009234

(22) Anmeldetag: **18.08.2004**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2005/029439 (31.03.2005 Gazette 2005/13)

(54) **VERFAHREN ZUR ERMITTLUNG EINER POSITION EINES KRAFTFAHRZEUGS AUF EINER STRASSE**

METHOD FOR DETERMINING A POSITION OF A MOTOR VEHICLE ON A ROAD

PROCEDE POUR DETERMINER LA POSITION D'UN VEHICULE SUR LA CHAUSSEE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB

(30) Priorität: **11.09.2003 DE 10341905**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.06.2006 Patentblatt 2006/23

(73) Patentinhaber: **DaimlerChrysler AG**
70327 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
• **BERNHARD, Werner**
70794 Filderstadt (DE)

- **KNÖPPEL, Carsten**
70329 Stuttgart (DE)
- **KOLBE, Uli**
70193 Stuttgart (DE)
- **SCHANZ, Alexander**
74589 Satteldorf (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 1 033 693 EP-A- 1 245 443
EP-A- 1 262 739 US-B1- 6 429 789

EP 1 665 197 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Positionsermittlung bei kraftfahrzeugen auf einer Straße.

[0002] Aus der DE 199 21 437 A1 ist ein Verfahren zur Ermittlung einer Position eines Fahrzeuges auf einer Straße bekannt. Hierbei ist vorgesehen, Straßengeometriedaten und Wegdaten des Fahrzeugs zu ermitteln und durch einen Vergleich der Straßengeometriedaten mit den Wegdaten die Position des Fahrzeugs auf der Straße zu bestimmen. Da somit bei der Fahrt des Fahrzeugs sowohl die Straßengeometriedaten als auch die Wegdaten des Fahrzeugs erfasst werden können, ist eine unmittelbare Zuordnung des Fahrzeuges auf eine Fahrspur und damit eine exakte Bestimmung der momentanen Position des Fahrzeugs möglich. Die Ermittlung der Wegdaten erfolgt dabei bspw. aus einem Weg-/ Geschwindigkeitssignal und/oder einem Lenkwinkel- und/oder Rad-Drehzahlsensor und/oder satellitenunterstützt mittels GPS.

[0003] Die EP 1 262 739, die EP 1 245 443 und die EP 1 033 693 offenbaren weitere Verfahren zur Darstellung der Position eines Fahrzeuges auf einer Straße.

[0004] Aus der DE 100 59 900 A1 ist ein Verfahren zur Darstellung bildhafter Umgebungsinformationen eines Beobachters aus der Vogelperspektive bekannt. Insbesondere zur Unterstützung beim Betrieb von Kraftfahrzeugen wird somit einem Beobachter die bildhafte Umgebungsinformation in Vogelperspektive dargestellt, wobei sich bewegende Objekte innerhalb der Bilddaten detektiert werden. Das Verfahren bietet die Möglichkeit, die Parameter der detektierten Objekte einem System oder einer Person zur Weiterverarbeitung zur Verfügung zu stellen.

[0005] Dabei ist denkbar, dass der durch seine Ortsparameter beschriebene, nicht befahrbare Fahrraum aus einem Bereich besteht oder aber aus mehreren nicht zusammenhängenden Teilbereichen gebildet wird. Hierbei kann auf aus der Stereo-Bildverarbeitung bekannte Verfahren zurückgegriffen werden. Auf diese Weise bearbeitete Bilddaten können sodann mittels einer Anzeigeeinheit dargestellt werden, wobei an der Stelle in der Szene, an welcher sich der Beobachter befindet, dieser symbolhaft innerhalb der Bilddaten dargestellt wird. Zusätzlich können Informationen über einen freien Fahrraum über eine Telekommunikationsanlage an andere Verkehrsteilnehmer oder eine Verkehrszentrale zur Weiterverarbeitung übermittelt werden. Auch ist denkbar, dass dieser freie Fahrraum oder Teile davon auf die Eignung als Parkraum überprüft werden, so dass ein als Parkraum geeigneter Fahrraum einer Verkehrszentrale oder einem Fahrzeugführer gemeldet wird.

[0006] Aus der DE 44 21 805 C1 ist ein Verfahren zur Orientierung, Fahrwegplanung und Steuerung einer autonomen, mobilen Einheit bekannt. Für jede Teilaufgabe, wie beispielsweise: Fahre von A nach B, halte deine Positionsunsicherheit unterhalb einer bestimmten Schwelle bzw. erstelle eine Umgebungskarte und füge dieser Landmarken hinzu, werden unterschiedliche Bonus- und Maluspunkte vergeben. In Verbindung mit einer Notwendigkeit zur Durchführung dieser Aufgaben ergeben sich nach Analyse der Bonus- und Maluswerte Durchführungsgewichte für die einzelnen Aufgaben, welche in einer Steuereinheit ausgewertet werden. In Abhängigkeit dieser Gewichte wird eine entsprechende Teilaufgabe ausgewählt und ein entsprechendes Zwischenziel festgelegt. Dabei wird ständig die Positionsunsicherheit der autonomen und mobilen Einheit überwacht und bei Überschreiten eines bestimmten Wertes eine geeignete Maßnahme durchgeführt, um die aktuelle Position zu vermessen und damit den angewachsenen Fehler zu vermindern. Die Anwendung des beschriebenen Verfahrens erfolgt hauptsächlich bei Industrie- und Haushaltsrobotern sowie Transportfahrzeugen.

[0007] Aus der DE 100 41 277 A1 sind ein Verfahren und ein System zum autonomen Entwickeln oder Erweitern von geographischen Datenbanken durch Verwendung koordinierter Messdaten bekannt. Dabei wird sich ein Überblick über geospatiale Informationen eines bestimmten Gebietes verschafft, in dem sich eine Vielzahl von unkoordinierten Messfahrzeugen bewegt. Die Messfahrzeuge sind mit einem Positionsbestimmungssystem ausgerüstet und sammeln beim Bewegen in dem Gebiet spezielle geospatiale Informationen. Diese spezifischen Informationen von den Messfahrzeugen werden über der Zeit zu einem Datensatz kombiniert. Ein Zentralprozessor analysiert den Datensatz zur Bestimmung von geospatiale Informationen höherer Qualität. Das beschriebene Entwicklungssystem und -verfahren wird hauptsächlich zum Entwickeln und/oder Verfeinern von digitalen Karten auf Grundlage von Positionsmessungen (den geospatiale Informationen) benutzt, die von den mit globalen Positionier-Systemempfängern ausgerüsteten Messsystemen erzeugt werden.

[0008] Die US 6 429 789 B1 offenbart ein Verfahren, bei dem Straßengeometriedaten und Fahrzeugdaten erfasst werden und daraus ein Bild der Fahrzeugumgebung auf einem Display angezeigt wird. Das im Fahrzeug dargestellte Bild kann verschiedene Formate haben, bspw. eine Vogelperspektive oder eine dreidimensionale Darstellung. Die Straßengeometrie wird durch Sensoren erfasst und daraus wird der Straßenverlauf berechnet. Zusätzlich wird die Position von Hindernissen relativ zum Fahrzeug angezeigt. Zusätzlich zeigt die US 2002/134151 A1 die Erfassung von Objekten in Fahrzeugnähe mittels einer Kamera.

[0009] Die vorliegende Erfindung beschäftigt sich mit dem Problem, für ein Verfahren eingangs erwähnter Art eine verbesserte Ausführungsform anzugeben, welche es insbesondere ermöglicht, durch eine geeignete Datenerfassung und -verarbeitung einen Rückraum eines Kraftfahrzeugs zuverlässig zu überwachen und dadurch die Fahrsicherheit zu erhöhen.

[0010] Diese Aufgabe wird durch der Gegenstand des unabhängigen Anspruchs 1 gelöst, vorteilhafte Ausgestaltungen

sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0011] Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0012] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in den nachfolgenden Beschreibungen näher erläutert, wobei sich Bezugszeichen auf gleiche oder ähnliche oder funktional gleiche Bauteile beziehen.

[0013] Dabei zeigen:

Fig. 1 eine Prinzipdarstellung zur Ermittlung eines Straßenverlaufs,

Fig. 2 ein zurückgelegter Weg eines Fahrzeugs und dessen Lage in einer Fahrzeugspur zu unterschiedlichen Erfassungszeitpunkten,

Fig. 3 eine abgefahrte Wegstrecke mit Richtungsänderung zwischen zwei Erfassungszeitpunkten in einem initialen Koordinatensystem,

Fig. 4 Landmarkenpositionen im Initial- und im Fahrzeugkoordinatensystem,

Fig. 5a ein Diagramm zur Abweichung der maximalen Positionsfehler in Abhängigkeit der Landmarkenanzahl,

Fig. 5b ein Diagramm wie in Fig. 5a, jedoch zur Abweichung der mittleren Positionsfehler in Abhängigkeit der Landmarkenanzahl.

[0014] Entsprechend Fig. 1 weist eine Vorrichtung 15 zur Ermittlung einer Position eines Kraftfahrzeugs 2 auf einer Straße 3 eine erste Einrichtung 11 zur Erfassung von Straßengeometriedaten 4 auf. Die erste Einrichtung 11 kann dabei heckseitig am Kraftfahrzeug 2 angeordnet und als Stereokamera 9 ausgebildet sein, welche gemäß Fig. 1 einen rückwärtigen durchfahrenen Raum des Kraftfahrzeugs 2 erfasst. Die von der Stereokamera 9 erfassten Straßengeometriedaten 4 ergeben sich z.B. aus ortsfesten 3D-Punkten 10, beispielsweise aus kraftfahrzeugnahen Straßenmarkierungen oder anderen Landmarken.

[0015] Ein Erfassungsbereich 17 der Stereokamera 9 ist dabei so ausgebildet, dass mit zunehmendem Abstand vom Kraftfahrzeug 2 zumindest eine Erfassungsbreite zunimmt, und ab einem vorbestimmten Abstand nicht nur eine erste Fahrspur 18a, auf welcher sich das Kraftfahrzeug 2 in Fahrtrichtung 16 bewegt, sondern auch benachbarte Fahrspuren 18b und 18c bzw. darüber hinausgehende Randbereiche erfasst werden.

[0016] Des Weiteren ist eine zweite Einrichtung 12, beispielsweise eine Fahrzeugsensorik, zur Erfassung von Wegdaten 5 vorgesehen. Die Wegdaten 5 beschreiben insbesondere Geschwindigkeit und Richtung der Fahrzeugbewegung. Zur Erfassung von Wegdaten 5 dienen hierbei z.B. Raddrehzahlen, welche abhängig vom Umfang der Fahrzeugräder des Kraftfahrzeugs 2 eine vordefinierte Strecke je Umdrehung zurücklegen.

[0017] Neben der ersten Einrichtung 11 und der zweiten Einrichtung 12 ist eine Steuereinrichtung 13 vorgesehen, der die von der ersten Einrichtung 11 bzw. der Stereokamera 9 ermittelten Straßengeometriedaten 4 sowie die von der zweiten Einrichtung 12 ermittelten Wegdaten 5 zur weiteren Verarbeitung zugeführt werden. Die Steuereinrichtung 13 ist dabei zur Berechnung von ersten Positionsdaten 1 des Kraftfahrzeugs 2 relativ zur Straße 3 ausgebildet und ist zudem in der Lage, aus den Straßengeometriedaten 4 und den Wegdaten 5 Straßenverlaufsdaten 6 zu berechnen, welche in ausgewertetem Zustand eine vom Kraftfahrzeug 2 durchfahrene Wegstrecke 15 darstellen. Die Steuereinrichtung 13 enthält vorzugsweise eine Kalmanfilter-Anordnung 20 und arbeitet nach dem Kalmanfilter-Prinzip, auf welches im weiteren noch näher eingegangen wird.

[0018] Zusätzlich zur ersten Einrichtung 11 und zur zweiten Einrichtung 12 ist eine dritte Einrichtung 14 vorgesehen, welche gemäß Fig. 1 mit der ersten Einrichtung 11 verbunden ist und welche zur Erfassung von zweiten Positionsdaten 7 eines dem Fahrzeug 2 nachfolgenden Folgefahrzeugs 2' relativ zum Fahrzeug 2 ausgebildet ist. Denkbar ist hierbei, dass gemäß Fig. 1 die dritte Einrichtung 14 separat zur ersten Einrichtung 11 ausgebildet ist oder teilweise oder vollständig in diese integriert ist. Die dritte Einrichtung 11 verfügt über geeignete Mittel zur Erfassung des Fahrzeug-Rückraums. Zweckmäßig kann vorgesehen sein, dass die Stereokamera 9 die Straßengeometriedaten 4 und/oder die zweiten Positionsdaten 7 des Folgefahrzeugs 2' erfasst.

[0019] Aus den Straßenverlaufsdaten 6, den ersten Positionsdaten 1 des Fahrzeugs 2 und den zweiten Positionsdaten 7 des Folgefahrzeugs 2', kann die erfindungsgemäße Vorrichtung 15 mit der Steuereinheit 13 dritte Positionsdaten 8 des Folgefahrzeugs 2' relativ zur Straße 3 berechnen.

[0020] Die erfindungsgemäße Vorrichtung 15 ermöglicht somit eine Überwachung des Rückraums des Kraftfahrzeugs 2 sowie eine Zuordnung der in diesem Rückraum detektierten Objekte bzw. nachfolgenden Fahrzeuge 2' zur eigenen

Fahrspur 18a oder einer benachbarten Fahrspur, z.B. 18b oder 18c.

[0021] Im Folgenden soll nun kurz die Funktionsweise der erfindungsgemäßen Vorrichtung 15 erläutert werden:

[0022] Die Idee der Erfindung besteht darin, eine Spuruordnung von detektierten Fahrzeugen 2' mit Hilfe einer lokalen Karte durchzuführen (vgl. Fig. 2). Mit Spurinformatoren dieser lokalen Karte kann die Position der detektierten Fahrzeuge 2' relativ zur Wegstrecke 19 des eigenen Fahrzeuges 2 bestimmt werden. Die Spurinformatoren werden dabei aus der zurückgelegten Wegstrecke 19 des eigenen Fahrzeuges 2 bestimmt, wozu Straßengeometriedaten 4, insbesondere Straßenmarkierungen, im Nahbereich des Fahrzeuges 2 detektiert und relativ zur eigenen Wegstrecke 19 in die Karte aufgenommen werden. Die Ermittlung der Spurinformatoren kann dabei kontinuierlich oder wie in Fig. 2 gezeigt zu bestimmten Erfassungszeitpunkten t_{n-x} bis t_n ($x \in \{1,2,3,\dots,n\}$) erfolgen.

[0023] Zur Ermittlung der abgefahrenen Wegstrecke 19 des eigenen Fahrzeuges 2 werden die ersten Positionsdaten 1 in ein relativ zur Straße 3 liegendes Koordinatensystem (vgl. Fig. 3) eingetragen. Die Positionsänderungen des Fahrzeuges 2 lassen sich dabei durch zwei Größen beschreiben:

- Durch die Verschiebung des Fahrzeuges um die Wegstrecke d und
- durch die Richtungsänderung des Fahrzeuges in Form einer Drehung um den Winkel ψ .

[0024] Gemäß Fig. 3 bewegt sich das Fahrzeug 2 im initialen Koordinatensystem während der Zeitspanne t_{n-2} bis t_{n-1} um eine bestimmte Wegstrecke d , welche sich gemäß dem Satz des Pythagoras aus den während der Zeitspanne t_{n-2} bis t_{n-1} zurückgelegten achsenparallelen Wegstrecken in x - und y -Richtung berechnen lässt.

[0025] Zwischen den Zeitpunkten t_{n-1} bis t_n bewegt sich das Fahrzeug 2 zu einem um die Wegstrecke d_1 , welche sich ebenfalls gemäß dem Satz des Pythagoras aus den achsenparallelen Weganteilen während der angegebenen Zeitspanne berechnen lässt. Gleichzeitig ändert das Kraftfahrzeug 2 zum Zeitpunkt t_{n-1} seine Richtung um den Winkel ψ . Aus der somit während einer gewissen Zeitspanne zurückgelegten Wegstrecke als auch aus der dabei vorgenommenen Winkeländerung, lässt sich die aktuelle Position 1 des Kraftfahrzeuges 2 im initialen Koordinatensystem zum Zeitpunkt t_n berechnen.

[0026] Um die zweiten Positionsdaten 7 des Fahrzeuges 2 relativ zur Straße 3 zu berechnen, werden nun die von der Stereokamera 9 ermittelten Straßengeometriedaten 4 sowie die Wegdaten 5 der Steuereinrichtung 13 zugeführt. Diese stellt einen Zusammenhang zwischen dem Koordinatensystem relativ zum Fahrzeug 2 und dem initialen Koordinatensystem relativ zur Straße 3 her, indem sie nachfolgendes Gleichungssystem aufstellt:

$$\dot{x}_i = -(x_i - x) \cdot \cos \psi - (y_i - y) \cdot \sin \psi \quad (1)$$

$$\dot{z}_i = -(x_i - x) \cdot \sin \psi + (y_i - y) \cdot \cos \psi \quad (2)$$

[0027] Dabei beziehen sich die Koordinaten (x_i, z_i) eines ortsfesten 3D-Punktes 10, beispielsweise einer Landmarke, auf das Koordinatensystem relativ zum Fahrzeug 2 und die Koordinaten (x_i, z_i) auf das initiale Koordinatensystem relativ zur Straße 3. Die Fahrzeugposition 1 wird mit (x, y) und dessen Lage mit dem Winkel ψ im initialen Koordinatensystem beschrieben (vgl. Fig. 4).

[0028] Die Gleichungen (1) und (2) stellen nichtlineare Messgleichungen für den Kalmanfilter 20 dar. Um eine Vielzahl von Straßengeometriedaten 4 im Kalmanfilter 20 verarbeiten zu können, werden die Messgleichungen aller Straßengeometriedaten 4 in der Messmatrix $h(x)$ zusammengefasst. Diese lautet somit für n Straßengeometriedaten 4 wie folgt:

$$h(x) = \begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{z}_1 \\ \vdots \\ \dot{x}_n \\ \dot{z}_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -(x_1 - x) \cdot \cos \psi - (y_1 - y) \cdot \sin \psi \\ -(x_1 - x) \cdot \sin \psi + (y_1 - y) \cdot \cos \psi \\ \vdots \\ -(x_n - x) \cdot \cos \psi - (y_n - y) \cdot \sin \psi \\ -(x_n - x) \cdot \sin \psi + (y_n - y) \cdot \cos \psi \end{bmatrix} \quad (3)$$

[0029] Da die Messgleichungen nicht linear sind, wird zur Behandlung im Kalmanfilter 20 eine Linearisierung durchgeführt. Die linearisierte Messmatrix $H(x)$ lässt sich über die Jacobi-Matrix von $h(x)$ im aktuellen Arbeitspunkt berechnen. Die linearisierte Messmatrix $H(x)$ lautet:

$$H(x) = \frac{\partial h(x)}{\partial x} = \begin{bmatrix} \cos \psi & \sin \psi & + \sin \psi \cdot (x_1 - x) - \cos \psi \cdot (y_1 - y) \\ \sin \psi & -\cos \psi & - \cos \psi \cdot (x_1 - x) - \sin \psi \cdot (y_1 - y) \\ \vdots & & \\ \cos \psi & \sin \psi & + \sin \psi \cdot (x_n - x) - \cos \psi \cdot (y_n - y) \\ \sin \psi & -\cos \psi & - \cos \psi \cdot (x_n - x) - \sin \psi \cdot (y_n - y) \end{bmatrix} \quad (4)$$

[0030] Die linearisierte Messmatrix $H(x)$ wird nun zur Berechnung einer Verstärkungsmatrix K_k des Kalmanfilters 20 herangezogen. Sie berechnet sich zu:

$$K_k = \frac{P_k^* \cdot H_k^T}{H_k \cdot P_k^* \cdot H_k^T + R_k} \quad (5)$$

[0031] Und weiter zu:

$$\hat{x}_k = x_k^* + K_k(y_k - h(x_k^*)) \quad (6)$$

[0032] Der Filter des erweiterten Kalmanfilters 20 wird mit der nichtlinearen Messmatrix $h(x)$ realisiert, da unter Verwendung der linearisierten Messmatrix $H(x)$ unnötigerweise Linearisierungsfehler einfließen würden. Die Filtergleichung lautet wie folgt:

$$y = \begin{bmatrix} x_1' \\ z_1' \\ \vdots \\ x_n' \\ z_n' \end{bmatrix} \quad (7)$$

[0033] Der Messvektor y enthält dabei die einzelnen Straßengeometriekoordinaten 4 relativ zum Fahrzeug 2.

[0034] Entsprechend Fig. 5a und 5b gilt, dass eine maximale und eine mittlere Abweichung von Positionsfehlern mit zunehmender Anzahl ausgewerteter Straßengeometriedaten 4 sinkt. So liegt eine mittlere Abweichung der Positionsfehler für zwei Straßengeometriedaten 4 (Landmarken) bei ca. 0,8m, wogegen sie für neun ausgewertete Landmarken bei nur noch ca. 0,2m liegt. Ähnliches ist bei der maximalen Abweichung der Positionsfehler zu beobachten. Hierbei sinkt dieser bei einer Auswertung derselben Anzahl von Landmarken von 1,95m auf 0,8m.

[0035] Zusammenfassend lassen sich die wesentlichen Merkmale der Erfindung wie folgt charakterisieren:

[0036] Die Erfindung sieht vor, eine Spuruordnung von hinter dem eigenen Fahrzeug 2, auf einer Straße 3 fahrenden detektierten Fahrzeugen 2' mit Hilfe einer lokalen Karte durchzuführen. Mit den ermittelten Spurinformati-
onen in der Karte können die Positionsdaten 7 des detektierten Fahrzeugs 2' relativ zur Straße 3 ermittelt werden. Die Spurinfor-
mationen werden dabei aus der zurückgelegten Wegstrecke 19 des eigenen Fahrzeuges 2 bestimmt, wofür Straßen-
geometriedaten 4 erfasst werden, die im Nahbereich des Fahrzeugs 2 detektiert und relativ zu eigenen Wegstrecke in

die Karte aufgenommen werden.

[0037] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren werden die beschriebenen Straßengeometriedaten 4 und Wegdaten 5 erfasst, wobei aus diesen Daten erste Positionsdaten 1 des Kraftfahrzeugs 2 relativ zur Straße 3 berechnet werden. Erfindungswesentlich werden nun aus den erfassten Straßengeometriedaten 4 und den Wegdaten 5 Straßenverlaufsdaten 6 berechnet, welche weiterverarbeitet und gespeichert werden und den Straßenverlauf (Wegstrecke 19) in einem bestimmten Bereich wiedergeben. Darüber hinaus werden zweite Positionsdaten 7 eines dem Fahrzeug 2 nachfolgenden Folgefahrzeugs 2' relativ zum Fahrzeug 2 erfasst und aus den Straßenverlaufsdaten 6, den ersten Positionsdaten 1 des Fahrzeugs 2 und den zweiten Positionsdaten 7 des Folgefahrzeugs 2' dritte Positionsdaten 8 des Folgefahrzeugs 2' relativ zur Straße 3 berechnet.

[0038] Generell ermöglicht das Verfahren die Überwachung eines Rückraums des Fahrzeugs 2 sowie die Zuordnung der in diesem Rückraum detektierten Objekte bzw. Fahrzeuge 2' zu einer Fahrspur.

[0039] Dabei können die Straßengeometriedaten 4 mit einer heckseitig am Fahrzeug 2 angeordneten Stereokamera 9 ermittelt werden, wogegen die zweiten Positionsdaten 7 des nachfolgenden Fahrzeugs 2' mit der dritten Einrichtung 14 erfasst werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Positionsermittlung (1) bei Kraftfahrzeugen (2) auf einer Straße (3), wobei Straßengeometriedaten (4) aufgrund von Radgeschwindigkeiten bzw. -drehzahlen des Fahrzeugs in Kombination mit Messwerten aus einem System zur Erfassung der Straßengeometriedaten und Wegdaten (5) aufgrund der Bewegung des Fahrzeuges um die Wegstrecke (d) erfasst werden, wobei aus den erfassten Straßengeometriedaten (4) und Wegdaten (5) erste Positionsdaten (1) des Kraftfahrzeugs (2) relativ zur Straße (3) berechnet werden, wobei aus den Straßengeometriedaten (4) und den Wegdaten (5) Straßenverlaufsdaten (6) berechnet werden, bei dem zweite Positionsdaten (7) eines dem Fahrzeug (2) nachfolgenden Folgefahrzeugs (2') relativ zum Fahrzeug (2) erfasst werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus den Straßenverlaufsdaten (6), den erste Positionsdaten (1) des Kraftfahrzeugs (2) und den zweiten Positionsdaten (7) des Folgefahrzeugs (2') dritte Positionsdaten (8) des Folgefahrzeugs (2') relativ zur Straße (3) berechnet werden, dass Koordinaten (x_i, z_i) eines ortsfesten 3D-Punktes (10) relativ zum Fahrzeug (2) und Koordinaten (x_j, z_j) relativ zur Straße (3) bestimmt werden, dass während einer in einer gewissen Zeitspanne zurückgelegten Wegstrecke die aktuelle Position (1) des Kraftfahrzeugs (2) zum Zeitpunkt t_n berechnet wird und dass durch ein Gleichungssystem ein Zusammenhang zwischen den Koordinaten relativ zum Fahrzeug (2) und den Koordinaten relativ zur Straße (3) hergestellt wird und dass die Straßenverlaufsdaten durch ein Filter berechnet werden, um Störungen der ermittelten Wegdaten mit Hilfe eines ortsfesten 3D-Punktes (10) zu unterdrücken, wobei Positionsdaten des Fahrzeugs und Landmarkenpositionen dem Filter zugeführt werden und dabei Störungen, die die Güte der ermittelten Wegdaten beeinträchtigen unterdrückt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Straßenverlaufsdaten (6) nach dem Kalmanfilter-Prinzip berechnet werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spurinformatoren aus der zurückgelegten Wegstrecke des eigenen Fahrzeuges bestimmt werden, wofür Straßenmarkierungen oder Landmarken bzw. Straßengeometriedaten erfasst werden, die im Nahbereich des Fahrzeugs detektiert werden.
4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** als ortsfeste 3D-Punkte (10) kraftfahrzeugnahe Straßenmarkierungen verwendet werden.
5. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei einem Spurwechsel auf eine Zielspur zum Überholen eines anderen Fahrzeugs, vor einem folgenden Fahrzeug, welches auf der Zielspur fährt, gewarnt wird.

Claims

1. Method for determining positions (1) in motor vehicles (2) on a road (3), wherein road geometry data (4) is acquired on the basis of the wheel speeds of the vehicle in combination with measured values from a system for acquiring the road geometry data and travel data (5) on the basis of the movement of the vehicle around the route (d), wherein first position data (1) of the motor vehicle (2) relative to the road (3) is calculated from the acquired road geometry data (4) and travel data (5), wherein road profile data (6) is calculated from the road geometry data (4) and the travel data (5), in which method second position data (7) of a following vehicle (2'), following the vehicle (2), relative to the

vehicle (2) is acquired, **characterized in that** third position data (8) of the following vehicle (2') relative to the road (3) is calculated from the road profile data (6), the first position data (1) of the motor vehicle (2) and the second position data (7) of the following vehicle (2'), **in that** coordinates (x_i , z_i) of a locationally fixed 3-D point (10) relative to the vehicle (2) and coordinates (x_j , z_j) relative to the road (3) are determined, **in that**, during a route travelled along in a certain time period, the current position (1) of the motor vehicle (2) at the time t_n is calculated, and **in that** a relationship between the coordinates relative to the vehicle (2) and the coordinates relative to the road (3) is produced by means of an equation system, and **in that** the road profile data is calculated by means of a filter in order to suppress faults in the determined route data using a locationally fixed 3-D point (10), wherein position data of the vehicle and landmark positions are fed to the filter, and in the process faults which adversely affect the quality of the determined route data are suppressed.

2. Method according to Claim 1, **characterized in that** the road profile data (6) is calculated according to the Kalman filter principle.
3. Method according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the lane information is determined from the route travelled along by the driver's own vehicle, for which road markings or landmarks or road geometry data which is detected in the vicinity of the vehicle is acquired.
4. Method according to Claim 1, **characterized in that** road markings which are near to the motor vehicle are used as locationally fixed 3-D points (10).
5. Method according to Claim 1, **characterized in that** in the event of a lane change onto a target lane in order to overtake another vehicle, a warning is issued about a following vehicle which is travelling on the target lane.

Revendications

1. Procédé de détermination de la position (1) pour des véhicules automobiles (2) sur une route (3), les données géométriques de la route (4) étant acquises en se basant sur les vitesses ou les vitesses de rotation des roues du véhicule en combinaison avec les valeurs mesurées provenant d'un système d'acquisition des données géométriques de la route et les données de trajectoire (5) étant acquises en se basant sur le déplacement du véhicule sur la trajectoire (d), des premières données de position (1) du véhicule automobile (2) par rapport à la route (3) étant calculées à partir des données géométriques de la route (4) et des données de trajectoire (5) acquises, des données de tracé de la route (6) étant calculées à partir des données géométriques de la route (4) et des données de trajectoire (5), avec lequel des deuxièmes données de position (7) d'un véhicule suiveur (2') qui suit le véhicule (2) par rapport au véhicule (2) sont acquises, **caractérisé en ce que** des troisièmes données de position (8) du véhicule suiveur (2') par rapport à la route (3) sont calculées à partir des données de tracé de la route (6), des premières données de position (1) du véhicule automobile (2) et des deuxièmes données de position (7) du véhicule suiveur (2'), **en ce que** des coordonnées (x_i , z_i) d'un point 3D fixe (10) par rapport au véhicule (2) et des coordonnées (x_j , z_j) par rapport à la route (3) sont déterminées, **en ce que** la position actuelle (1) du véhicule automobile (2) à l'instant t_n est calculée pendant une trajectoire parcourue pendant un intervalle de temps donné et **en ce qu'**une relation entre les coordonnées par rapport au véhicule (2) et les coordonnées par rapport à la route (3) est établie par un système d'équation et **en ce que** les données de tracé de la route sont calculées par le biais d'un filtre afin de supprimer les perturbations des données de trajectoire déterminées à l'aide d'un point 3D fixe (10), les données de position du véhicule et des données de jalonnement étant acheminées au filtre et les perturbations qui affectent la qualité des données de trajectoire déterminées étant ainsi supprimées.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les données de tracé de la route (6) sont calculées selon le principe du filtre de Kalman.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** les informations de voie sont déterminées à partir de la trajectoire parcourue par le véhicule propre en acquérant à cet effet des marquages routiers ou des jalons ou encore des données géométriques de la route qui sont détectés dans la zone de proximité du véhicule.
4. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** des marquages routiers à proximité du véhicule sont utilisés en tant que points 3D fixes (10).
5. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**en cas de changement de voie vers une voie de destination

EP 1 665 197 B1

en vue de dépasser un autre véhicule, on est averti de la présence d'un véhicule suiveur qui circule sur la voie de destination.

5

10

15

20

25

30

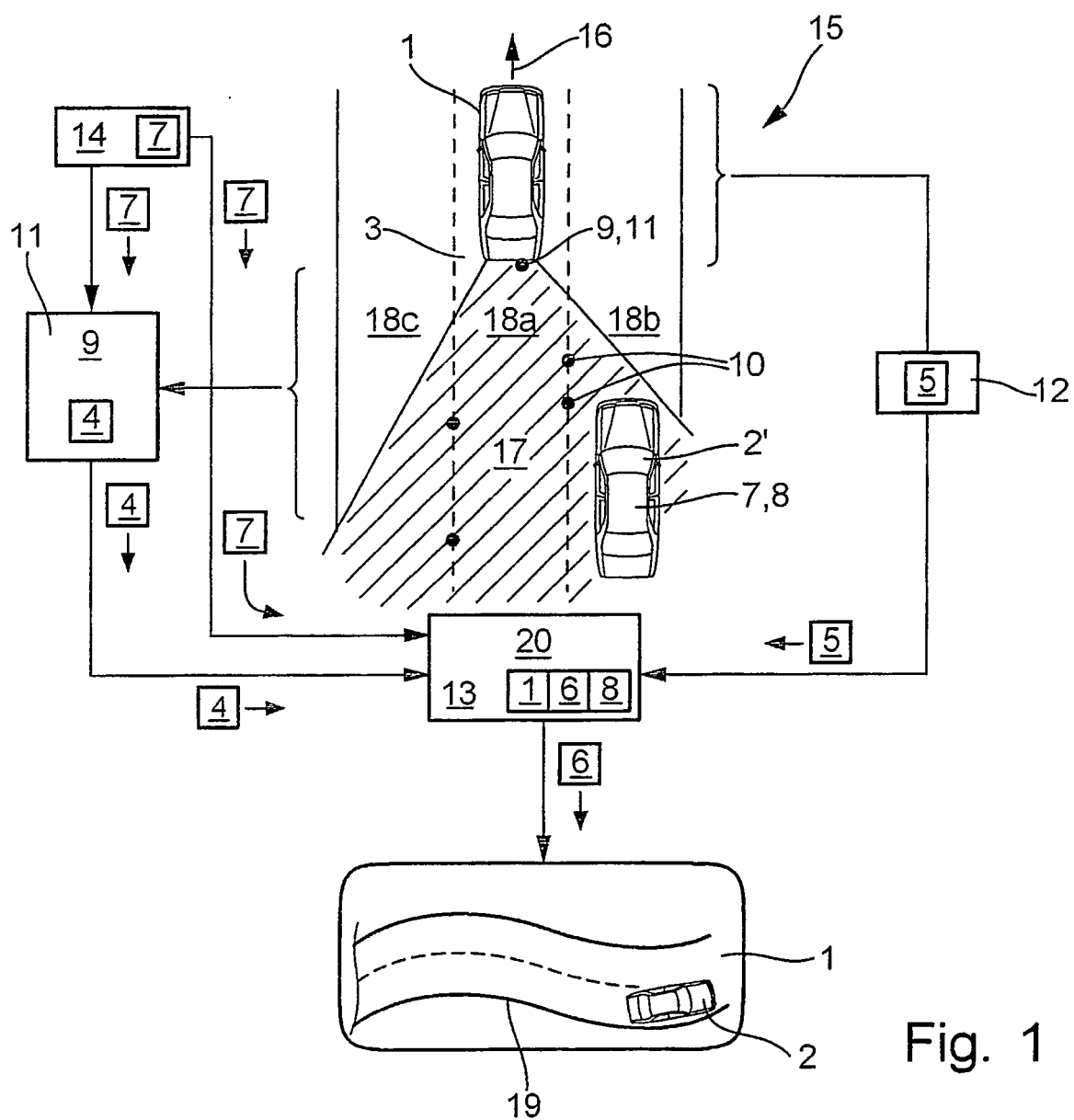
35

40

45

50

55



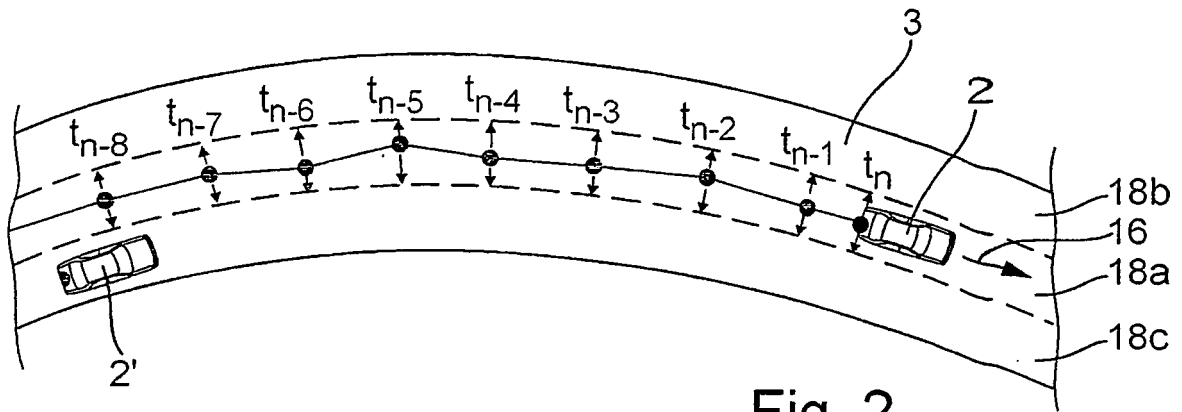


Fig. 2

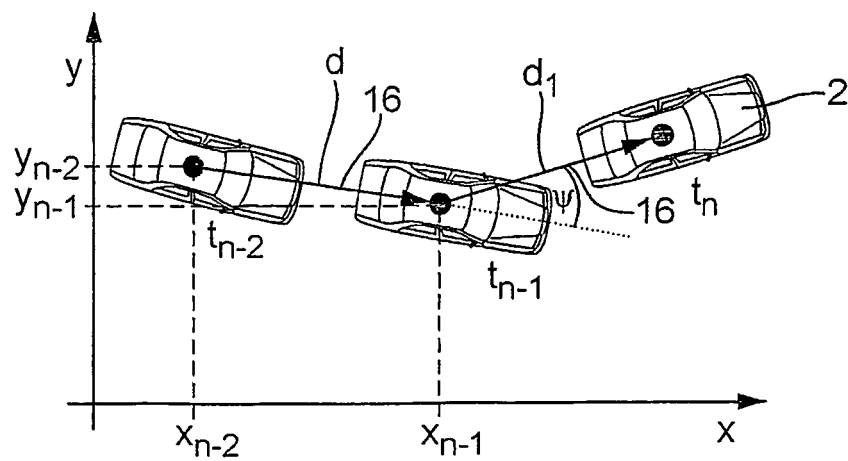


Fig. 3

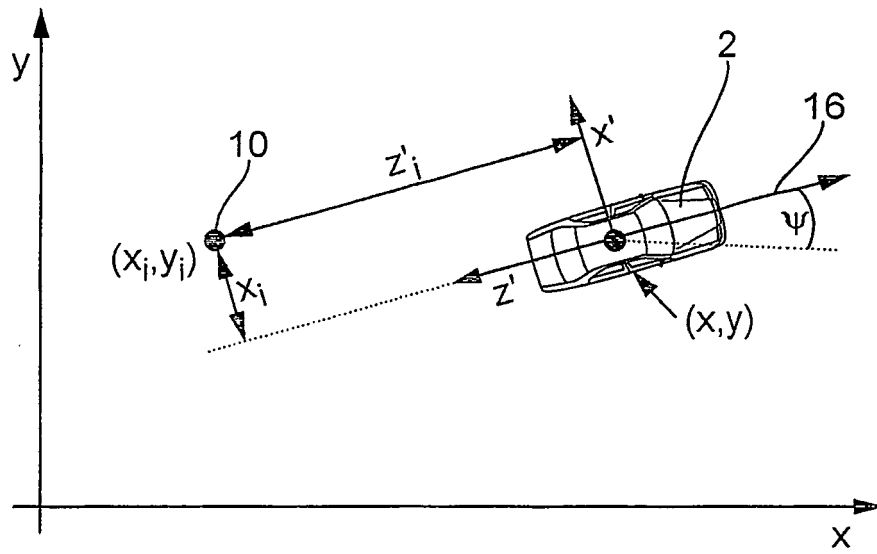


Fig. 4

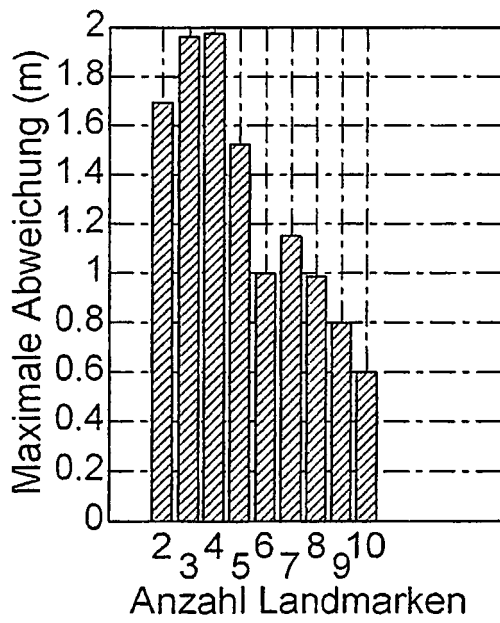


Fig. 5a

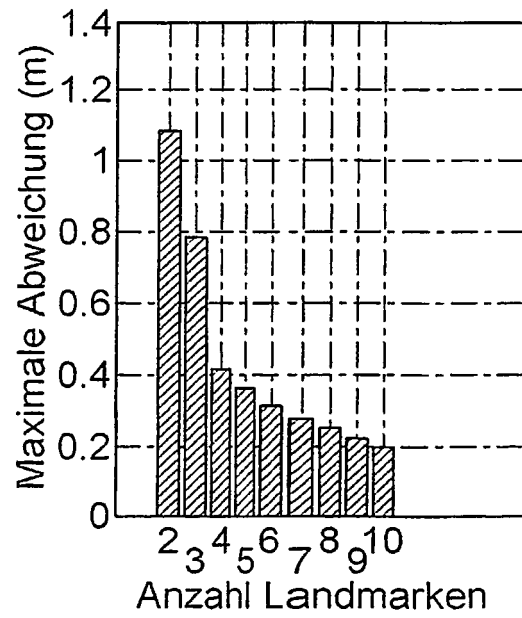


Fig. 5b