



(10) **DE 10 2014 109 936 B4** 2022.09.08

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2014 109 936.2**
(22) Anmeldetag: **15.07.2014**
(43) Offenlegungstag: **22.01.2015**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **08.09.2022**

(51) Int Cl.: **B60W 50/00 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
13/944,805 **17.07.2013** **US**

(73) Patentinhaber:
Toyota Motor Engineering & Manufacturing North America, Inc., Plano, Tex., US

(74) Vertreter:
**KUHNEN & WACKER Patent- und
Rechtsanwaltsbüro PartG mbB, 85354 Freising,
DE**

(72) Erfinder:
Uehara, Yasuo, Ann Arbor, Mich., US

(56) Ermittelter Stand der Technik:
siehe Folgeseiten

(54) Bezeichnung: **Interaktives automatisiertes Fahrsystem**

(57) Hauptanspruch: Interaktives automatisiertes Fahrsystem, umfassend:

einen oder mehrere Sensoren (116), die an einem Fahrzeug (200) angeordnet sind; und

eine Rechenvorrichtung (100), die mit dem einen oder den mehreren Sensoren (116) kommuniziert, umfassend:

einen oder mehrere Prozessoren (102) zum Steuern der Operationen der Rechenvorrichtung (100); und

einen Speicher (104) zum Speichern von Daten und Programmbefehlen, die von dem einen oder den mehreren Prozessoren (102) verwendet werden, wobei der eine oder die mehreren Prozessoren (102) so gestaltet sind, dass sie Anweisungen ausführen, die im Speicher (104) gespeichert sind, um:

einen aktuellen Fahrzeugzustand auf Basis eines aktuellen Werts festzustellen, der von dem einen oder den mehreren Sensoren (116) erfasst worden ist, wobei der aktuelle Fahrzeugzustand einen der folgenden Zustände umfasst: Parken, Abbiegen, Spurhalten, Spurwechsel, Fahren mit Reisegeschwindigkeit, Beschleunigen, Abbremsen, stockenden Verkehr;

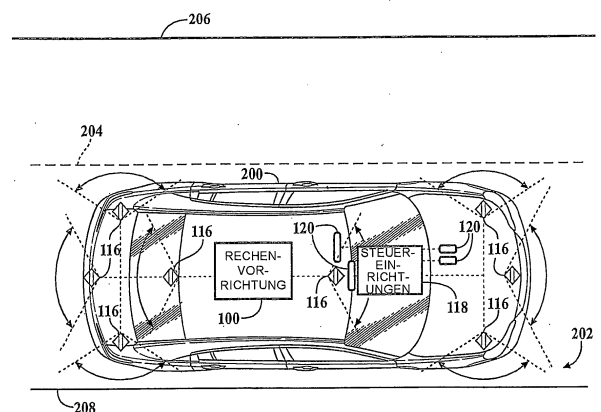
einen Sollwertbereich zu generieren, der mit dem Betrieb des Fahrzeugs (200) im aktuellen Fahrzeugzustand assoziiert ist, wobei der Sollwertbereich eines von Zeiten, Beschleunigungen, Verzögerungen, Geschwindigkeiten und Abständen umfasst;

von einem Fahrer an einer oder mehreren Fahrzeugschnittstellen (120) eine oder mehrere Fahrereingaben während des vollautomatisierten Fahrbetriebs des Fahrzeugs (200) im aktuellen Fahrzeugzustand zu erhalten, wobei die eine oder die mehreren Fahrereingaben sich auf eine Steuerung

eines oder mehrerer Fahrzeugsysteme (117) beziehen;

einen Wunschwert basierend auf einer oder mehreren Fahrereingaben zu generieren, wobei der Wunschwert eine Änderung darstellt, die bei dem einen oder den mehreren Fahrzeugsystemen (117) entsprechend dem Wunsch des Fahrers ausgeführt werden soll;

den Soll-Fahrzeugzustand zu modifizieren, um einen Wunsch-Fahrzeugzustand zu reflektieren, wenn die eine oder die mehreren Fahrereingaben eine vorgegebene Bedingung erfüllen, wobei die vorgegebene Bedingung darin besteht, dass eine von den Fahrereingaben, die an einer der Fahrzeugschnittstellen ...



(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	44 37 678	A1
DE	102 61 624	A1
DE	199 37 489	A1
DE	10 2004 008 894	A1
DE	10 2005 047 591	A1
DE	10 2010 009 659	A1
DE	10 2011 076 085	A1
DE	10 2013 207 278	A1

Beschreibung**HINTERGRUND**

[0001] Teilautomatisierte oder überwachte Fahrsysteme sind dafür ausgelegt, Fahrer beim sicheren und effizienten Führen eines Fahrzeugs auf der Straße zu unterstützen, beispielsweise durch Techniken wie Erfassen der Blickrichtung des Fahrers, um eine Warnung zu senden, wenn der Fahrer unaufmerksam wird, Erfassen der Fahrspur des Fahrzeugs, um eine Warnung an den Fahrer zu senden, wenn das Fahrzeug seine Fahrspur verlässt, und Steuern der Fahrzeuggeschwindigkeit auf Basis eines Abstands zu einem Fahrzeug, das vor dem Fahrer fährt, wenn vom Fahrer eine adaptive Reisegeschwindigkeitssteuerung aktiviert worden ist. Vollautomatisierte Fahrsysteme sind dafür ausgelegt, ein Fahrzeug auf der Straße ohne Interaktion des Fahrers oder eine andere externe Steuerung zu betreiben, beispielsweise selbstfahrende Fahrzeug. Entsprechende Systeme und Verfahren sind beispielsweise

			Gegenstand		
DE	10	2013	207	278	A1, der
DE	10	2011	076	085	A1, der
DE	10	2005	047	591	A1, der
DE	10	2004	008	894	A1, der
DE	44	37	678		A1, der
DE	102	61	624		A1, der
DE	199	37	489		A1 sowie der
DE	10	2010	009	659	A1.

KURZFASSUNG

[0002] Ein interaktives automatisiertes Fahrsystem kann als vollautomatisiertes Fahrsystem beschrieben werden, das ein Fahrzeug auf der Straße ohne Interaktion des Fahrers betreiben bzw. führen kann, das Eingaben des Fahrers akzeptiert, die das Verhalten des automatisierten Fahrsystems modifizieren, und das Änderungen am automatisierten Fahrsystem nicht zulässt, wenn eine bestimmte Eingabe des Fahrers (z.B. ein Niedertreten eines Gas- oder Bremspedals, ein Drehen des Lenkrads) bewirken würde, dass einer oder mehrere Fahrzeugmesswerte (z.B. Geschwindigkeit, Beschleunigung, Verlangsamung, Abstand zu Objekten, Fahrzeugposition, Fahrzeugausrichtung) außerhalb eines oder mehrerer Bereiche liegen würden, die für einen identifizierten Fahrer spezifisch sind (z.B. Teenager, Führerscheinneulinge, Fahrer mit beschränkter Fahrerlaubnis). Das interaktive automatisierte Fahrsystem kann auch die Bereiche von Sollwerten auf Basis des Empfangs derselben Arten von Fahrereingaben im Laufe der Zeit aktualisieren, wobei es die Vorlieben eines bestimmten Fahrers effektiv lernt.

[0003] Das hier beschriebene interaktive automatisierte Fahrsystem kann das Fahrzeug angesichts der jeweiligen Fahrumgebung oder des Fahrzeugzustands und des Fahrertyps autonom innerhalb von Sollwertbereichen (z.B. Sollgeschwindigkeiten,

-beschleunigungen, -verzögerungen, -abstände zu Objekten, -Fahrzeugpositionen, -Fahrzeugausrichtungen) betreiben. Das hier beschriebene automatisierte Fahrsystem kann auch Eingaben vom Fahrer des Fahrzeugs empfangen, welche die Verhaltensweisen des Fahrers und seinen Wunsch, den Fahrzeugzustand zu ändern, anzeigen. Wenn das interaktive automatisierte Fahrsystem solche Fahrereingaben empfängt, kann es den Betrieb des Fahrzeugs aktualisieren, so dass diese Eingaben reflektiert werden, solange die vorgeschlagenen Änderungen innerhalb der Sollwertbereiche liegen.

[0004] Zum Beispiel kann ein Fahrer eine Eingabe machen, indem er ein Gaspedal niedertritt, um seinen Wunsch anzuzeigen, dass er im stockenden Verkehr näher an ein Objekt vor dem Fahrzeug heranzufahren möchte. Wenn der sich daraus ergebende kleinere Abstand in einem Sollabstandsbereich liegt, kann das interaktive automatisierte Fahrsystem mit einem oder mehreren Fahrzeugsystemen kommunizieren, um die gewünschte Änderung zu implementieren. Wenn der Fahrer diese Art der Eingabe mehrmals während eines Stop-and-Go-Fahrzeugzustands macht, kann das System den autonomen Betrieb des Fahrzeugs, z.B. den Sollwertbereich, aktualisieren, um die vom Fahrer gewünschte Änderung zu reflektieren.

[0005] In einer Implementierung wird ein interaktives automatisiertes Fahrsystem mit den Merkmalen des Anspruchs 1 offenbart. Das System beinhaltet einen oder mehrere Sensoren, die an einem Fahrzeug angeordnet sind, und eine Rechenvorrichtung, die mit dem einen oder den mehreren Sensoren kommuniziert. Die Rechenvorrichtung beinhaltet einen oder mehrere Prozessoren zum Steuern der Operationen der Rechenvorrichtung und einen Speicher zum Speichern von Daten und Programmweisungen, die von dem einen oder den mehreren Prozessoren verwendet werden. Der eine oder die mehreren Prozessoren sind so gestaltet, dass sie Anweisungen ausführen, die im Speicher gespeichert sind, um: einen aktuellen Fahrzeugzustand auf Basis eines aktuellen Werts festzustellen, welcher von dem einen oder den mehreren Sensoren erfasst worden ist, wobei der aktuelle Fahrzeugzustand einen der folgenden Zustände umfasst: Parken, Abbiegen, Spurhalten, Spurwechsel, Fahren mit Reisegeschwindigkeit, Beschleunigen, Abbremsen, stockenden Verkehr; einen Sollwertbereich zu generieren, der mit dem Betrieb des Fahrzeugs im aktuellen Fahrzeugzustand assoziiert ist, wobei der Sollwertbereich eines von Zeiten, Beschleunigungen, Verzögerungen, Geschwindigkeiten und Abständen umfasst; von einem Fahrer an einer oder mehrerer Fahrzeugschnittstellen eine oder mehrere Fahrereingaben während des vollautomatisierten Fahrbetriebs des Fahrzeugs im aktuellen Fahrzeugzustand zu erhalten, wobei die eine oder

die mehreren Fahrereingaben sich auf eine Steuerung eines oder mehrerer Fahrzeugsysteme beziehen; einen Wunschwert basierend auf einer oder mehreren Fahrereingaben zu generieren, wobei der Wunschwert eine Änderung darstellt, die bei dem einen oder den mehreren Fahrzeugsystemen entsprechend dem Wunsch des Fahrers ausgeführt werden soll; den Soll-Fahrzeugzustand zu modifizieren, um einen Wunsch-Fahrzeugzustand zu reflektieren, wenn die eine oder die mehreren Fahrereingaben eine vorgegebene Bedingung erfüllen, wobei die vorgegebene Bedingung darin besteht, dass eine von den Fahrereingaben, die an einer der Fahrzeugschnittstellen empfangen wird, einen Befehl zum Aktualisieren des Soll-Fahrzeugzustands beinhaltet, so dass dieser den Wunsch-Fahrzeugzustand reflektiert, oder dass eine von den Fahrereingaben innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums öfter als einer vorgegebenen Anzahl entsprechend empfangen worden ist; wenn der Wunschwert in den Sollwertbereich für den aktuellen Fahrzeugzustand fällt, einen Befehl an das eine oder die mehreren Fahrzeugsysteme zu schicken, um den Betrieb des einen oder der mehreren Fahrzeugsysteme basierend auf dem Wunschwert zu ändern; und, wenn der Wunschwert außerhalb des Sollwertbereichs für den aktuellen Fahrzeugzustand liegt, entweder einen Befehl zur Aufrechterhaltung des aktuellen Fahrzeugzustand an das eine oder die mehreren Fahrzeugsysteme zu senden oder die eine oder die mehreren Fahrereingaben, die an der einen oder den mehreren Fahrzeugschnittstellen empfangen werden, zu ignorieren.

[0006] In einer anderen Implementierung wird ein computerimplementiertes Verfahren für ein interaktives automatisiertes Fahren mit den Merkmalen des Anspruchs 2 offenbart. Das Verfahren beinhaltet: Empfangen eines aktuellen Werts von einem oder mehreren Sensoren, die an dem Fahrzeug angeordnet sind; Feststellen eines aktuellen Fahrzeugzustands auf Basis des aktuellen Werts unter Verwendung einer Rechenvorrichtung, die einen oder mehrere Prozessoren, um die Operationen der Rechenvorrichtung zu steuern, und einen Speicher aufweist, um Daten und Programmbefehle, die von dem einen oder den mehreren Prozessoren verwendet werden, zu speichern, wobei der aktuelle Fahrzeugzustand einen der folgenden Zustände umfasst: Parken, Abbiegen, Spurhalten, Spurwechsel, Fahren mit Reisegeschwindigkeit, Beschleunigen, Abbremsen, stockenden Verkehr; Generieren eines Sollwertbereichs, der mit dem Betrieb des Fahrzeugs im aktuellen Fahrzeugzustand assoziiert ist, wobei der Sollwertbereich eines von Zeiten, Beschleunigungen, Verzögerungen, Geschwindigkeiten und Abständen umfasst; Erhalten von einer oder mehreren Fahrereingaben während des vollautomatisierten Fahrbetriebs des Fahrzeugs im aktuellen Fahrzeugzustand von einem Fahrer an einer oder mehrerer Fahrzeugschnittstellen, wobei die eine oder die meh-

ren Fahrereingaben sich auf eine Steuerung eines oder mehrerer Fahrzeugsysteme beziehen; Generieren eines Wunschwerts basierend auf der einen oder den mehreren Fahrereingaben, wobei der Wunschwert eine Änderung darstellt, die bei dem einen oder den mehreren Fahrzeugsystemen entsprechend dem Wunsch des Fahrers ausgeführt werden soll; Modifizieren des Soll-Fahrzeugzustand, um einen Wunsch-Fahrzeugzustand zu reflektieren, wenn die eine oder die mehreren Fahrereingaben eine vorgegebene Bedingung erfüllen, wobei die vorgegebene Bedingung darin besteht, dass eine von den Fahrereingaben, die an einer der Fahrzeugschnittstellen empfangen wird, einen Befehl zum Aktualisieren des Soll-Fahrzeugzustands beinhaltet, so dass dieser den Wunsch-Fahrzeugzustand reflektiert, oder dass eine von den Fahrereingaben innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums öfter als einer vorgegebenen Anzahl entsprechend empfangen worden ist; wenn der Wunschwert in den Sollwertbereich für den aktuellen Fahrzeugzustand fällt, Senden eines Befehls zur Änderung des Betriebs des einen oder der mehreren Fahrzeugsysteme basierend auf dem Wunschwert an das eine oder die mehreren Fahrzeugsysteme; und, wenn der Wunschwert außerhalb des Sollwertbereichs für den aktuellen Fahrzeugzustand liegt, entweder Senden eines Befehls zur Aufrechterhaltung des aktuellen Fahrzeugzustand an das eine oder die mehreren Fahrzeugsysteme oder die Ignorieren der einen oder der mehreren Fahrereingaben, die an der einen oder den mehreren Fahrzeugschnittstellen empfangen werden.

[0007] In einer anderen Implementierung wird eine Rechenvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 3 offenbart. Die Rechenvorrichtung beinhaltet einen oder mehrere Prozessoren zum Steuern der Operationen der Rechenvorrichtung und einen Speicher zum Speichern von Daten und Programmweisungen, die von dem einen oder den mehreren Prozessoren verwendet werden. Der eine oder die mehreren Prozessoren sind so gestaltet, dass sie Anweisungen ausführen, die im Speicher gespeichert sind, um: von einem oder mehreren Sensoren, die an dem Fahrzeug angeordnet sind, einen aktuellen Wert zu empfangen; einen aktuellen Fahrzeugzustand auf Basis des aktuellen Werts zu festzustellen, wobei der aktuelle Fahrzeugzustand einen der folgenden Zustände umfasst: Parken, Abbiegen, Spurhalten, Spurwechsel, Fahren mit Reisegeschwindigkeit, Beschleunigen, Abbremsen, stockenden Verkehr; einen Sollwertbereich zu generieren, der mit dem Betrieb des Fahrzeugs im aktuellen Fahrzeugzustand assoziiert ist, wobei der Sollwertbereich eines von Zeiten, Beschleunigungen, Verzögerungen, Geschwindigkeiten und Abständen umfasst; von einem Fahrer an einer oder mehrerer Fahrzeugschnittstellen eine oder mehrere Fahrereingaben während des vollautomatisierten Fahrbetriebs des

Fahrzeugs im aktuellen Fahrzeugzustand zu erhalten, wobei die eine oder die mehreren Fahrereingaben sich auf eine Steuerung eines oder mehrerer Fahrzeugsysteme beziehen; einen Wunschwert für den aktuellen Fahrzeugzustand basierend auf der einen oder den mehreren Fahrereingaben zu generieren, wobei der Wunschwert eine Änderung darstellt, die bei dem einen oder den mehreren Fahrzeugsystemen entsprechend dem Wunsch des Fahrers ausgeführt werden soll; den Soll-Fahrzeugzustand zu modifizieren, um einen Wunsch-Fahrzeugzustand zu reflektieren, wenn die eine oder die mehreren Fahrereingaben eine vorgegebene Bedingung erfüllen, wobei die vorgegebene Bedingung darin besteht, dass eine von den Fahrereingaben, die an einer der Fahrzeugschnittstellen empfangen wird, einen Befehl zum Aktualisieren des Soll-Fahrzeugzustands beinhaltet, so dass dieser den Wunsch-Fahrzeugzustand reflektiert, oder dass eine von den Fahrereingaben innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums öfter als einer vorgegebenen Anzahl entsprechend empfangen worden ist; wenn der Wunschwert in den Sollwertbereich für den aktuellen Fahrzeugzustand fällt, einen Befehl an das eine oder die mehreren Fahrzeugsysteme zu senden, um den Betrieb des einen oder der mehreren Fahrzeugsysteme basierend auf dem Wunschwert zu ändern; und, wenn der Wunschwert außerhalb des Sollwertbereichs für den aktuellen Fahrzeugzustand liegt, entweder einen Befehl zur Aufrechterhaltung des aktuellen Fahrzeugzustand an das eine oder die mehreren Fahrzeugsysteme zu senden oder die eine oder die mehreren Fahrereingaben, die an der einen oder den mehreren Fahrzeugschnittstellen empfangen werden, zu ignorieren.

Figurenliste

[0008] Die vorliegende Beschreibung nimmt Bezug auf die begleitenden Zeichnungen, wobei gleiche Bezugszahlen gleiche Teile in den mehreren Ansichten bezeichnen, und wobei:

Fig. 1 ein Blockschema einer Rechenvorrichtung zur Implementierung eines interaktiven automatisierten Fahrsystems ist;

Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Fahrzeugs ist, welches die Rechenvorrichtung von **Fig. 1** beinhaltet;

Fig. 3 eine schematische Feedback-Schleife des interaktiven automatisierten Fahrsystems ist, welches unter Verwendung der Rechenvorrichtung von **Fig. 1** implementiert wird; und

Fig. 4 ein logisches Ablaufschema eines Prozesses ist, der durch das interaktive automatisierte Fahrsystem von **Fig. 3** ausgeführt wird.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG

[0009] Ein interaktive automatisierte Fahrsystem und ein Verfahren zur Implementierung des Systems sind nachstehend beschrieben. Das Verfahren kann eine Rechenvorrichtung beinhalten, die mit einem oder mehreren Sensoren kommuniziert, die an einem Fahrzeug angeordnet sind. In einem Verfahren zur Verwendung des Systems können die Sensoren aktuelle Werte empfangen, die einem Fahrzeugzustand entsprechen, beispielsweise Messungen der Fahrzeuggeschwindigkeit und der Fahrzeugbeschleunigung und -verlangsamung, die anzeigen, dass das Fahrzeug im Stop-and-Go-Verkehr betrieben wird. Die Rechenvorrichtung kann einen Prozessor beinhalten, der so gestaltet ist, dass er einen Soll-Fahrzeugzustand mit einem Sollwertbereich generiert und diesen an ein Fahrzeugsystem sendet, das so gestaltet ist, dass es den Fahrzeugzustand aus dem aktuellen Fahrzeugzustand in den Soll-Fahrzeugzustand ändert, wenn der aktuelle Wert außerhalb des Sollwertbereichs liegt. Wenn das Fahrzeug beispielsweise im Stop-and-Go-Verkehr betrieben wird, kann ein Sollbereich von Abständen zu einem Objekt vor dem aktuellen Fahrzeug generiert werden, und wenn das Fahrzeug zu nahe an dem Objekt vor ihm oder zu weit davon entfernt ist, kann das Fahrzeug beschleunigt werden, um näher aufzufahren, oder verlangsamt werden, um den Abstand zu vergrößern.

[0010] Der Prozessor kann ferner so gestaltet sein, dass er einen Wunschwert, der einem Wunsch-Fahrzeugzustand entspricht, auf Basis einer oder mehrerer Fahrereingaben generiert, die an der einen oder den mehreren Fahrzeugschnittstellen empfangen werden. Der Prozessor kann so gestaltet sein, dass er, wenn der Wunschwert in den Sollwertbereich fällt, den Wunsch-Fahrzeugzustand an das Fahrzeugsystem sendet, das so gestaltet ist, dass es den Fahrzeugzustand vom Soll-Fahrzeugzustand in den Wunsch-Fahrzeugzustand ändert. Der Prozessor kann so gestaltet sein, dass er, wenn der Wunschwert jedoch außerhalb des Sollwertbereichs liegt, einen Befehl zum Beibehalten des Soll-Fahrzeugzustands an das Fahrzeugsystem sendet oder so gestaltet sein, dass er die Fahrereingabe ignoriert. Beispielsweise kann der Fahrer, wenn der Sollzustand beispielsweise der Stop-and-Go-Verkehr ist und das Fahrzeug vom interaktiven automatisierten Fahrsystem in einem Abstand von drei Fahrzeuglängen gehalten wird, auf das Gaspedal treten, um das Fahrzeug näher zu bringen, beispielsweise auf einen Abstand von zwei Fahrzeuglängen, solange der Abstand von zwei Fahrzeuglängen im Bereich von Sollabständen liegt.

[0011] Der Prozessor kann ferner so gestaltet sein, dass er den Soll-Fahrzeugzustand so modifiziert, dass dieser den Wunsch-Fahrzeugzustand reflek-

tiert, wenn die Fahrereingaben eine vorgegebene Bedingung erfüllen. Es sind verschiedene vorgegebene Bedingungen möglich. Zum Beispiel kann eine vorgegebene Bedingung die sein, dass eine von den Fahrereingaben einen Befehl beinhaltet zum Aktualisieren des Soll-Fahrzeugzustands auf eine Weise, die den Wunsch-Fahrzeugzustand reflektiert. Eine andere vorgegebene Bedingung kann die sein, dass eine von den Fahrereingaben innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums öfter als in einer vorgegebenen Anzahl empfangen worden ist. Schließlich kann ein anderes Beispiel für eine vorgegebene Bedingung sein, dass eine von den Fahrereingaben während eines bestimmten Fahrzeugzustands über einen vorgegebenen Zeitraum anhält.

[0012] Fig. 1 ist ein Blockschema einer Rechenvorrichtung 100 zur Implementierung eines interaktiven automatisierten Fahrsystems; Die Rechenvorrichtung 100 kann von jeder Art einer im Fahrzeug installierten, in der Hand zu haltenden, Desktop- oder anderen Form einer einzelnen Rechenvorrichtung sein oder kann aus mehreren Rechenvorrichtungen zusammengesetzt sein. Bei der Verarbeitungseinheit in der Rechenvorrichtung kann es sich um eine herkömmliche zentrale Verarbeitungseinheit (CPU) 102 oder jede andere Art von Vorrichtung oder um mehrere Vorrichtungen handeln, die in der Lage sind, Informationen zu manipulieren oder zu verarbeiten. Der Speicher 104 in der Rechenvorrichtung kann eine Speichervorrichtung mit wahlfreiem Zugriff (RAM) oder jede andere geeignete Art von Speichervorrichtung sein. Der Speicher kann Daten 106 beinhalten, auf die von der CPU unter Verwendung eines Busses 108 zugegriffen wird.

[0013] Der Speicher 104 kann auch ein Betriebssystem 110 und installierte Anwendungen 112 beinhalten, wobei die installierten Anwendungen 112 Programme beinhalten, die es der CPU 102 gestatten, die nachstehend beschriebenen interaktiven automatisierten Fahr- bzw. Antriebsverfahren durchzuführen. Die Rechenvorrichtung 100 kann auch einen sekundären, zusätzlichen oder externen Speicher 114 beinhalten, beispielsweise eine Speicherkarte, ein Flash-Laufwerk oder irgendeine andere Form von computerlesbarem Medium. Die installierten Anwendungen 112 können ganz oder teilweise im externen Speicher 114 gespeichert sein und nach Bedarf zur Verarbeitung in den Speicher 104 geladen werden.

[0014] Die Rechenvorrichtung kann auch mit einem oder mehreren Sensoren 116 verbunden sein. Die Sensoren 116 können Daten und/oder Signale zur Verarbeitung durch eine Trägheitsmesseinheit (IMU), ein Koppelnavigationssystem, ein globales Navigationssatellitensystem (GNSS), ein Lichterfassungs- und Entfernungsmesssystem (LIDAR), ein Fahreridentifikationssystem, ein Radarsystem, ein

Sonarsystem, ein Bildsensordsystem oder jede andere Art von System, die in der Lage ist, Objekte wie einen Fahrer, ein Fahrzeug oder einen Fußgänger oder andere lokalisierte Positionsdaten und/oder -signale zu erfassen und entsprechende Daten und/oder Signale an die CPU ausgeben. Wenn die Sensoren 116 Daten für ein Fahreridentifikationssystem erfassen, können akustische Muster, einschließlich von Sprache oder anderen Tönen, die mit dem Fahrer assoziiert werden, biometrische Merkmale oder andere individualisierte Präsenzinformationen erfasst werden.

[0015] Die Sensoren 116 können auch Daten erfassen, die repräsentativ sind für Änderungen einer x-, y- und z-Achsenposition, einer Geschwindigkeit, eines Drehwinkels und einer Drehwinkelgeschwindigkeit des Fahrzeugs. Wenn die Sensoren 116 Daten für ein Koppelnavigationssystem erfassen, können Daten in Bezug auf Raddrehzahlen, eine zurückgelegte Strecke, einen Lenkwinkel und eine Änderungsgeschwindigkeit des Lenkwinkel erfasst werden. Wenn die Sensoren 116 Signale für ein GNSS erfassen, kann ein Empfänger Fahrzeugposition und -geschwindigkeit berechnen, die in globalen Koordinaten bestimmt werden. Eine Mehrzahl von Satelliten kann verwendet werden, um die Position und die Geschwindigkeit des Fahrzeugs unter Verwendung dreidimensionaler Triangulation und Zeitbestimmung zu bestimmen. Wenn die Sensoren 116 Daten für ein LIDAR-System erfassen, können Abstandsdaten in Bezug auf die Intensität und Reflektivität des Bereichs, der das Fahrzeug umgibt, erfasst werden. In dem nachstehend beschriebenen Beispiel können die Sensoren 116 zumindest Folgendes erfassen: Daten für ein Fahreridentifikationssystem, Daten für ein Koppelnavigationssystem oder ein anderes System, das die Geschwindigkeit, die Beschleunigung, die Verlangsamung, die Position und die Orientierung des Fahrzeugs bestimmt; Signale für ein GNSS oder ein anderes System, das die Fahrzeugposition und -geschwindigkeit feststellt; und Daten für ein LIDAR-System oder ein anderes System, das den Fahrzeugabstand von Straßenlinien (z.B. Straßenoberflächenmarkierungen oder Straßenbegrenzungen), Hindernissen oder anderen Umweltmerkmalen einschließlich von Verkehrsampeln und Verkehrszeichen misst.

[0016] Die Rechenvorrichtung 100 kann auch mit einem oder mehreren Fahrzeugssystemen 117 verbunden sein. Die Fahrzeugsysteme 117 können Fahrzeugsteuereinrichtungen 118 und Fahrzeugstellantriebe 119 beinhalten. Jede Fahrzeugsteuereinrichtung 118 kann so gestaltet sein, dass sie Befehle an einen oder mehrere Fahrzeugstellantriebe 119 sendet. Zum Beispiel kann eine Fahrzeugsteuereinrichtung 118 eine Vortriebssteuereinrichtung sein, die so gestaltet ist, dass sie einen Befehl zum Bewegen der Position einer Drosselklappe auf Basis der

Position eines Gaspedals an einen Fahrzeugstellantrieb 119 sendet, z.B. die Motordrossel. In einem anderen Beispiel können die Fahrzeugstellantriebe 119 Teil eines Fahrschlupfsteuersystems oder eines Hybridsteuersystems sein. Als weiteres Beispiel kann eine Fahrzeugsteuereinrichtung 118 eine elektronische Stabilitätssteuereinrichtung sein, die so gestaltet ist, dass sie einen Befehl zur Aktivierung einer von den vorderen oder hinteren Bremsen sendet, wenn entweder mehr oder weniger Gierbewegung (Drehung um die vertikale Achse des Fahrzeugs) erfasst wird als für den aktuellen Winkel des Lenkrads optimal ist. Die Fahrzeugsysteme 117 können auch mit den Sensoren 116 kommunizieren, wobei die Sensoren 116 so gestaltet sind, dass sie Daten erfassen, die Hinweise auf die Leistung der Fahrzeugsysteme 117 geben.

[0017] Die Rechenvorrichtung 100 kann auch mit einer oder mehreren Fahrzeugsschnittstellen 120 verbunden sein. Die Fahrzeugschnittstellen 120 ermöglichen dem Fahrer das Senden von Befehlen an die Fahrzeugsteuereinrichtungen 118. Zum Beispiel kann eine Fahrzeugschnittstelle 120 ein Gaspedal sein. Wenn der Fahrer das Gaspedal niedertritt, kann einer von den Sensoren 116 die Positionsänderung im Gaspedal messen, und diese Änderung kann an die Vortriebssteuereinrichtung übermittelt werden. Die Vortriebssteuereinrichtung kann dann einen Befehl zur Änderung der Position der Drosselplatte an die Motordrossel schicken. Die Fahrzeugschnittstellen 120 können auch ein Feedback an den Fahrer ausgeben. Wenn beispielsweise in dem hier beschriebenen interaktiven automatisierten Fahrsystem der Fahrer das Gaspedal in Richtung auf den Fahrzeugboden drückt, wenn das Fahrzeug bereits nahe an einem anderen, vorderen Fahrzeug ist, dann kann das System einen Befehl zum Ausgeben eines taktilen Feedbacks an die geeignete Fahrzeugsteuereinrichtung 118 senden. Dieses spürbare Feedback kann die Form eines Gegendrucks des Gaspedals gegen den Fuß des Fahrers haben. Andere nicht-beschränkende Beispiele für Fahrzeugschnittstellen 120 sind das Lenkrad, das Bremspedal, ein Anzeigebildschirm und akustische Vorrichtungen.

[0018] In dem in **Fig. 1** beschriebenen Beispiel für eine Rechenvorrichtung 100 beinhalten die Anwendungen 112, die im Speicher 104 gespeichert sind, einen Datenanalysator 121, einen Wegeplaner 122, Zustandsabschätzer bzw. einen Zustandsestimator 124, einen Sollwertgenerator 126, einen Fehlerdetektor 128 und ein adaptives Modul 130. Jede dieser Anwendungen 112 wird nachstehend ausführlicher mit Bezug auf **Fig. 3** beschrieben. Im Allgemeinen können Daten, die von den Sensoren 116 erfasst werden, von einer oder mehreren dieser Anwendungen 112 verwendet werden, um den Fahrer zu identifizieren, eine Route für einen autonomen Betrieb

des Fahrzeugs zu planen, die Positionsgenauigkeit des Fahrzeugs zu verbessern, den Zustand des Fahrzeugs zu bestimmen und Befehle zur Änderung des Fahrzeugzustands zu senden. Der Zustand des Fahrzeugs kann ein Hinweis auf die Umgebung sein, in der das Fahrzeug betrieben wird. Zum Beispiel können verschiedene Fahrzeugzustände Parken, Abbiegen, Spurhalten / in der Mitte der Spur bleiben, Spurwechsel / Einfädeln / Ausfahren, Fahren mit Reisegeschwindigkeit, Beschleunigen, Abbremsen, stockenden Verkehr usw. beinhalten.

[0019] **Fig. 2** zeigt eine Skizze eines Fahrzeugs 200, das die Rechenvorrichtung 100 enthält, die in **Fig. 1** beschrieben ist. Das Fahrzeug 200 fährt auf einer Route entlang einer Straße 202. Die Straße 202 kann Linienmarkierungen wie eine Mittellinie 204 und Randlinien 206, 208 beinhalten. Die Rechenvorrichtung 100 kann innerhalb des Fahrzeugs 200 angeordnet sein wie in **Fig. 2** dargestellt oder kann abseits vom Fahrzeug 200 an einem alternativen Ort (nicht dargestellt) angeordnet sein. Wenn die Rechenvorrichtung 100 abseits vom Fahrzeug ist, kann das Fahrzeug 200 die Fähigkeit zur Kommunikation mit der Rechenvorrichtung 100 beinhalten.

[0020] Das Fahrzeug 200 kann eine Mehrzahl von Sensoren beinhalten, beispielsweise die Sensoren 116, die mit Bezug auf **Fig. 1** beschrieben sind. Einer oder mehrere von den dargestellten Sensoren 116 kann so gestaltet sein, dass er Änderungen der Geschwindigkeit und Beschleunigung, der Raddrehzahl und des Abstands zur Verwendung durch ein Kalman-Filter erfasst, um die Position und Orientierung des Fahrzeugs, einen Lenkwinkel für ein Kopelnavigationssystem, Bilder zum Verarbeiten durch einen Bildsensor, eine Fahrzeugposition in globalen Koordinaten auf Basis von Signalen von einer Mehrzahl von Satelliten oder irgendwelche anderen Daten und/oder Signale erfasst, die verwendet werden können, um den aktuellen Zustand des Fahrzeugs zu bestimmen, den Fahrer zu identifizieren oder die Position des Fahrzeugs 200 in Bezug auf seine Umwelt zu bestimmen.

[0021] Wenn die Sensoren 116 beispielsweise so gestaltet sind, dass sie Daten zur Verwendung durch ein LIDAR-System erfassen, können die Sensoren 116 Daten in Bezug auf Laser erfassen, die von physischen Objekten in dem Bereich, der das Fahrzeug 200 umgibt, zurückgeworfen werden, wobei Bereichsdistanzen durch Messen der Zeit berechnet werden können, die das Signal braucht, um zum Sensor 116 zurückzulaufen. Laserrückläufe können das zurückgeworfene Licht beinhalten, das von Objekten reflektiert wird, die von einer Lichtquelle getroffen werden, z.B. von Laserlicht, das von den Sensoren 116 oder einer anderen Quelle am oder in der Nähe des Fahrzeugs 200 emittiert

wird. Nachdem das Licht von einem Objekt reflektiert worden ist, können die Sensoren 116 Intensitätswerte und Reflektivität von jedem Punkt des Objekts erfassen, die zum Analysieren und Klassifizieren des Objekts zu verwenden sind. Zum Beispiel können die Intensitätswerte verwendet werden, um den Abstand zur Mittellinie 204 und zu den Randlinien 206, 208 und deren Position in Bezug auf das Fahrzeug 200 zu erfassen.

[0022] Das Fahrzeug kann auch eine Mehrzahl von Fahrzeugschnittstellen 120 beinhalten, die es dem Fahrer des Fahrzeugs 200 ermöglichen, Befehle an die Fahrzeugsteuereinrichtungen 118 zu senden und Feedbacks von den Fahrzeugsystemen 117 zu empfangen. Zum Beispiel können die Fahrzeugschnittstellen 120, wie in **Fig. 2** dargestellt, einen Anzeigebildschirm, ein Lenkrad, ein Gaspedal und ein Bremspedal beinhalten. Andere Fahrzeugschnittstellen 120 (nicht dargestellt) können akustische Steuerungen, Fahrzeugklimasteuerungen oder andere Fahrzeugschnittstellen 120 beinhalten, die es dem Fahrer ermöglichen, mit dem Fahrzeug 200 zu interagieren. In einem Beispiel kann der Fahrer, wenn die Fahrzeugschnittstelle 120 ein Lenkrad ist, das Lenkrad nach rechts oder links drehen, um einen Befehl zum Drehen der Räder des Fahrzeugs 200 nach rechts oder links an das Lenk- und Aufhängungssystem zu schicken. Das Lenk- und Aufhängungssystem kann auch so gestaltet sein, dass es, wenn die Position des Fahrzeugs 200 zu nahe an die Mittellinie 204 oder die Randlinien 206, 208 der Straße 202 gerät, wie vom Fehlerdetektor 128 gemessen, über das Lenkrad ein Feedback an den Fahrer ausgibt, beispielsweise eine taktile Antwort in Form einer Vibration.

[0023] **Fig. 3** ist eine schematische Feedback-Schleife des interaktiven automatisierten Fahrsystems 300, das unter Verwendung der Rechenvorrichtung 100 von **Fig. 1** implementiert ist. Das interaktive automatisierte Fahrsystem 300 beinhaltet den Datenanalysator 121, der mit dem einen oder den mehreren Sensoren 116 kommuniziert. Der Datenanalysator 121 kann die Daten und/oder Signale analysieren, die von dem einen oder den mehreren Sensoren 116 erfasst werden, beispielsweise durch Filtern von Rauschen, Extrahieren von Merkmalen für eine Cluster-Bildung und/oder Klassifizieren und Überwachung bzw. Tracking von Objekten. Der Datenanalysator 121 kann auch Neigungsfaktoren als verschiedene Werte und Bereiche an den Zustandsestimator 124 berichten, um den Sollzustand des Fahrzeugs auf Basis des aktuellen Zustands des Fahrzeugs zu optimieren, wie mit Bezug auf den Zustandsestimator 124 nachstehend näher beschrieben ist. Der Datenanalysator 121 verarbeitet Daten von dem einen oder den mehreren Sensoren 116, so dass die Daten zur Verwendung durch die verschiedenen Anwendungen 116, die

nachstehend mit Bezug auf das interaktive automatisierte Fahrsystem 300 beschrieben sind, konfiguriert werden.

[0024] Das interaktive automatisierte Fahrsystem 300 beinhaltet außerdem den in **Fig. 1** dargestellten Wegeplaner 122, der mit dem Datenanalysator 121 kommuniziert. Der Wegeplaner 122 ist so gestaltet, dass er eine Route festlegt, der das Fahrzeug 200 auf Basis seiner aktuellen Position in Bezug auf seine Umgebung zu folgen hat. Der Wegeplaner 122 legt die Route für das Fahrzeug auf Basis von Daten fest, die vom Datenanalysator 121 empfangen werden, und speist die Routeninformationen in den Zustandsestimator 124 ein.

[0025] Der Zustandsabschätzer bzw. Zustandsestimator 124 des interaktiven automatisierten Fahrsystems 300 kommuniziert mit sowohl dem Datenanalysator 121 als auch dem Wegeplaner 122. Wiederum können die Sensoren 116 so gestaltet sein, dass sie Daten erfassen, die für die Geschwindigkeit, die Beschleunigung, die Verlangsamung und die Position und Orientierung des Fahrzeugs 200 in Bezug auf dessen Umgebung repräsentativ sind. Die von den Sensoren 116 erfassten Daten können unter Verwendung des Datenanalysators 121 analysiert und dann verwendet werden, um einen oder mehrere aktuelle Werte festzustellen, die den Fahrzeugzustand reflektieren. Aktuelle Werte können die Fahrzeuggeschwindigkeit, die Zeit bis zum Überfahren einer Mittellinie 204, den Abstand zu einem Objekt vor dem Fahrzeug 200 oder irgendeinen anderen Wert beinhalten, der mit dem Betrieb des Fahrzeugs 200 auf dessen geplantem Weg in Bezug auf dessen Umgebung in Zusammenhang steht. Der Zustandsestimator 124 kann auch einen Fahrzeugzustand auf Basis der Routeninformationen feststellen, die vom Wegeplaner 122 empfangen werden.

[0026] Der Zustandsestimator 124 kommuniziert auch mit einer Datenbank 302. Die Datenbank 302 kann mehrere zustandsspezifische Bezugswerte oder Wertebereiche beinhalten. Die zustandsspezifischen Werte beinhalten Messungen, die auf einer Links-Rechts- oder lateralen Bewegung des Fahrzeugs 200 und einer Vorwärts-Rückwärts bzw. longitudinalen Bewegung des Fahrzeugs 200 basieren. Beispiele für Bezugswerte können Messungen oder Bereiche einer lateralen Geschwindigkeit, eines Abstands zu einer Mittellinie 204, eines Abstands zu Randlinien 206, 208, einer Zeit bis zum Überfahren der Mittellinie 204, einer Zeit bis zum Überfahren der Randlinien 206, einer longitudinalen Geschwindigkeit, eines Abstands zu einem Objekt vor dem Fahrzeug 200, eines Abstands zu einem Objekt hinter dem Fahrzeug 200, einer Zeit bis zu einer Kollision mit einem Objekt vor dem Fahrzeug 200 und einer Zeit bis zu einer Kollision mit einem Objekt hinter dem Fahrzeug 200 beinhalten.

[0027] Der Zustandsestimator 124 kann so gestaltet sein, dass er aktuelle Werte auf Basis von Daten, die von den Sensoren 116 erfasst und vom Datenanalysator 121 analysiert werden, mit den Bereichen von Bezugswerten vergleicht, die in der Datenbank 302 gespeichert sind, um den aktuellen Fahrzeugzustand festzustellen. Wie oben beschrieben, können Fahrzeugzustände Parken, Spurhalten, Fahren mit Reisegeschwindigkeit auf einer Schnellstraße und Stop-and-Go-Verkehr beinhalten. Ein Beispiel für den Betrieb des Zustandsestimators 124 könnte beinhalten, dass der Zustandsestimator 124 aktuelle Werte empfängt, die eine geringe Fahrzeuggeschwindigkeit oder eine Null-Fahrzeuggeschwindigkeit (z.B. wenn das Fahrzeug 200 angehalten wurde), einen Wechsel zwischen Beschleunigung und Verlangsamung des Fahrzeugs 200 und kurze Abstände zu Objekten vor und hinter dem Fahrzeug 200 anzeigen. Der Zustandsestimator 124 könnte diese (und andere) aktuelle Werte mit den Bereichen von Bezugswerten in der Datenbank 302 vergleichen, um festzustellen, dass das Fahrzeug 200 in einem Stop-and-Go-Fahrzeugzustand betrieben wird.

[0028] Das interaktive automatisierte Fahrsystem 300 beinhaltet außerdem einen Sollwertgenerator 126, der mit dem Zustandsestimator 124 kommuniziert. Der Sollwertgenerator 126 ist so gestaltet, dass er einen Soll-Fahrzeugzustand auf Basis des aktuellen Fahrzeugzustands generiert. Der Soll-Fahrzeugzustand kann Bereiche von Sollwerten beinhalten. Beispiele für Sollwerte beinhalten einen Sollkurs für das Fahrzeug 200, einen Soll-Kursversatz für das Fahrzeug 200, einen Sollabstand zu Randlinien 206, 208, eine longitudinale Sollgeschwindigkeit für das Fahrzeug 200, eine Sollbeschleunigung oder -verlangsamung für das Fahrzeug 200 und einen Sollabstand zu Objekten vor oder hinter dem Fahrzeug 200.

[0029] In einem Beispiel kann der Sollwertgenerator 126, nachdem der Zustandsestimator 124 festgestellt hat, dass der aktuelle Fahrzeugzustand Stop-and-Go ist, einen Soll-Fahrzeugzustand generieren, der einen oder mehrere Bereiche von Sollwerten beinhaltet, die mit einem sicheren, autonomen Betrieb des Fahrzeugs 200 im Stop-and-Go-Verkehr konsistent sind. Außerdem kann der Soll-Fahrzeugzustand so ausgelegt sein, dass er verschiedene Bereiche von Sollwerten auf Basis einer Identifizierung des Fahrers des Fahrzeugs aufweist. Wenn der Fahrer des Fahrzeugs beispielsweise ein Führerscheinneuling, ein Fahrer im Teenageralter oder ein Fahrer mit einer beschränkten Fahrerlaubnis ist, kann der Sollwertbereich für einen Sollabstand zu Objekten vor dem Fahrzeug 200 während eines Stop-and-Go-Verkehrs höhere Abstandswerte beinhalten als wenn der Fahrer des Fahrzeugs ein erfahrener Fahrer mit einer sauberen Verkehrssünderda-

tei ist. Als weiteres Beispiel können die Bereiche von Sollwerten so ausgelegt sein, dass sie, wenn der Fahrer das Fahrzeug 200 aus beruflichen Gründen führt (z.B. als berufsmäßiger Lastwagenfahrer, als Auslieferungsfahrer), konservativer sind als wenn der Fahrer ein Privat-Fahrzeug 200 führt.

[0030] Das interaktive automatisierte Fahrsystem 300 kann auch so gestaltet sein, dass der Sollwertgenerator 126 die Bereiche von Sollwerten an den Fehlerdetektor 128 übermittelt. Der Fehlerdetektor 128 kann aktuelle Werte, die von den Sensoren 116 empfangen und vom Datenanalysator 121 analysiert werden, mit den Sollwertbereichen vom Sollwertgenerator 126 vergleichen, um festzustellen, ob der aktuelle Zustand in den Sollzustandsbereichen liegt. Wenn der aktuelle Zustand nicht konsistent ist mit dem Sollzustand, kann der Fehlerdetektor 128 entweder über das adaptive Modul 130 (wie dargestellt) oder direkt mit einem oder mehreren Fahrzeugsystemen 117 kommunizieren, um den Zustand des Fahrzeugs 200 zu ändern. Die Fahrzeugstellantriebe 119 können so gestaltet sein, dass sie Befehle von den Fahrzeugsteuereinrichtungen 118 in den einzelnen Fahrzeugsystemen 117 empfangen, um den Fahrzeugzustand vom aktuellen Fahrzeugzustand in den Soll-Fahrzeugzustand umzuwandeln, wenn ein aktueller Wert außerhalb eines Sollwertbereichs liegt.

[0031] Zum Beispiel können die Sensoren 116 den aktuellen Wert des Abstands zu einem Objekt vor dem Fahrzeug 200 messen. Auf der Basis sowohl dieser Messung als auch anderer aktueller Werte kann der Zustandsestimator 124 feststellen, dass das Fahrzeug 200 im Stop-and-Go-Verkehr betrieben wird. Der Sollwertgenerator 126 kann dann einen Bereich für den Sollwert eines Abstands zu einem Objekt vor dem Fahrzeug 200 von „x“ Metern bis „y“ Meter einstellen, der konsistent ist mit einem sicheren Betrieb im Stop-and-Go-Verkehr. Wenn das Fahrzeug 200 im Stop-and-Go-Fahrzeugzustand näher als „x“ Meter an ein vorderes Objekt herankommt oder sich mehr als „y“ Meter davon entfernt, kann eine Steuereinrichtung 118 einen Befehl an einen Stellantrieb 119 senden, um entweder die Bremsen einzurücken (zu nahe) oder das Gaspedal niederzudrücken (zu weit weg). Die Steuereinrichtung 118 kann alternativ dazu so gestaltet sein, dass sie einen Befehl zur Beibehaltung des aktuellen Fahrzeugzustands an einen Stellantrieb 119 sendet, wenn das Fahrzeug 200 im Stop-and-Go-Fahrzeugzustand im Bereich von „x“ Metern bis „y“ Meter entfernt von einem vorderen Objekt bleibt.

[0032] Der Fehlerdetektor 128 kann auch so gestaltet sein, dass er Fehlermeldungen generiert, wenn der aktuelle Wert außerhalb des Sollwertbereichs liegt. Diese Fehlermeldungen können über das adaptive Modul 130 an den Fahrer übermittelt wer-

den, wobei das adaptive Modul 130 so gestaltet ist, dass es auf Basis der Übermittlung vom Fehlerdetektor 128 Befehle in Bezug auf die Fehlermeldungen an Fahrzeugsysteme 117 oder Fahrzeugschnittstellen 120 sendet. Beispiele für Fehlermeldungen können akustische Warnungen, visuelle Warnungen und spürbare Rückmeldungen an den Fahrer des Fahrzeugs 200 über Fahrzeugschnittstellen 120 oder Fahrzeugsysteme 117 beinhalten.

[0033] Wenn beispielsweise ein Objekt vor dem Fahrzeug 200 plötzlich langsamer wird, während das Fahrzeug im Stop-and-Go-Verkehr betrieben wird, und wenn die Änderung des Abstands zu dem Objekt mit einem Abstand korreliert sein würde, der kleiner ist als „x“ für den Sollbereich von Abstandswerten, die zwischen „x“ und „y“ Metern liegen, kann der Fehlerdetektor 128 eine Fehlermeldung generieren, die einen Befehl enthält, der so gestaltet ist, dass er eine akustische Warnung an den Fahrer ausgibt, die anzeigt, dass während eines autonomen Betriebs die Aufmerksamkeit des Fahrers möglicherweise gefordert ist. In einem anderen Beispiel kann der Fehlerdetektor 128, wenn ein anderes Fahrzeug plötzlich zum Fahrzeug 200 hin ausschert, eine Fehlermeldung erzeugen, die einen Befehl enthält, der so gestaltet ist, dass er eine akustische Rückmeldung an den Fahrer in Form einer akustischen Warnung durch das Audiosystem ausgibt, beispielsweise den Fahrer auf die bevorstehende Änderung des Fahrzeugzustands (z.B. das Ausweichmanöver) aufmerksam macht.

[0034] Jedes der zuvor mit Bezug auf **Fig. 3** beschriebenen Beispiele ist konsistent mit einem vollständig autonomen Betrieb des Fahrzeugs 200 durch das interaktive automatisierte Fahrsystem 300. Zusätzlich zum vollständig autonomen Betrieb kann das interaktive automatisierte Fahrsystem 300 so gestaltet sein, dass es auf Basis von Fahrereingaben operiert, die an einer oder mehreren Fahrzeugschnittstellen 120 empfangen werden. Während des vollständig autonomen Betriebs des Fahrzeugs 200 kann der Fahrer in der Absicht, den Zustand des Fahrzeugs 200 vom Sollzustand in einen Wunschzustand zu ändern, mit einer Fahrzeugschnittstelle 120 interagieren. Zum Beispiel kann der Fahrer den Wunsch haben, während eines autonomen Betriebs im Stop-and-Go-Verkehr das Fahrzeug näher an ein Objekt vor dem Fahrzeug 200 (z.B. ein anderes Fahrzeug) heranzubringen, wenn der Fahrer des Fahrzeugs 200 einen kürzeren Abstand zwischen dem Fahrzeug 200 und anderen Fahrzeugen bevorzugt.

[0035] Nachdem der Fahrer mit einer oder mehreren Fahrzeugschnittstellen 120 interagiert hat, kann das interaktive automatische Fahrsystem 300 mit dem Fehlerdetektor 128 kommunizieren, um einen oder mehrere Wunschwerte, die einem Wunsch-Fahr-

zeugzustand entsprechen, auf Basis der Fahrereingabe an der Fahrzeugschnittstelle 120 zu erzeugen. Die Wunschwerte reflektieren Änderungen, die an den Fahrzeugwerten wie beispielsweise der Geschwindigkeit und Beschleunigung vorgenommen werden könnten, um die Position des Fahrzeugs 200 in Bezug auf seine Außenumgebung auf Basis der Fahrereingabe an der Fahrzeugschnittstelle 120 zu ändern. Vor dem Senden irgendwelcher Befehle an das adaptive Modul 130 und die Fahrzeugsysteme 117, um etwaige Änderungen am Fahrzeugzustand zu implementieren, kann das interaktive automatisierte Fahrsystem 300 den Fehlerdetektor 128 nutzen, um die Wunschwerte mit einem oder mehreren Bereichen von Sollwerten zu vergleichen. Ein Hinweis auf den Vergleich, der zwischen dem Wunschzustand und dem Sollzustand angestellt wird, kann auch über eine der Fahrzeugschnittstellen an den Fahrer gesendet werden.

[0036] Zum Beispiel kann der Fahrer das Gaspedal im Stop-and-Go-Verkehr betätigen, um zu versuchen, das Fahrzeug 200 näher an ein anderes Fahrzeug vor dem Fahrer zu bringen. Der Fehlerdetektor 128 kann dann die Änderung des Abstands des Fahrzeugs vor dem Fahrer, die eintreten würde, wenn das Fahrzeug 200 mit der geforderten Rate beschleunigt werden würde, auf Basis der Änderung der Gaspedalposition, die vom Fahrer bewirkt wird, berechnen. Wenn der Wunschwert, in diesem Beispiel der Abstand zu dem Fahrzeug vor dem Fahrer, im Bereich von Sollwerten liegt, die vom Sollwertgenerator 126 für den gegebenen Fahrzeugzustand ausgegeben werden, beispielsweise in einem Bereich von „x“ Metern bis „y“ Metern, der konsistent ist mit einem sicheren Betrieb im Stop-and-Go-Verkehr, kann das adaptive Modul 130 den Wunsch-Fahrzeugzustand an das dafür zuständige Fahrzeugsystem 117, in diesem Fall den Motor, schicken, der eine Drosselklappe zum Steuern des Luftstroms in den Motor aufweist. Das Fahrzeugsystem 117 kann dann den Fahrzeugzustand vom Soll-Fahrzeugzustand in den Wunsch-Fahrzeugzustand ändern. Anders ausgedrückt kann das adaptive Modul 130, wenn der Fahrer das Gaspedal leicht niedertritt, während das Fahrzeug 200 im Stop-and-Go-Verkehr betrieben wird, und die Änderung des Position des Gaspedals bewirken würde, dass eine Änderung des Abstands zu einem Objekt vor dem Fahrzeug 200 zwischen „x“ und „y“ Metern bleiben würde, die Änderung des Fahrzeugzustands initiieren, indem es den Wunsch-Fahrzeugzustand zur Implementierung an das Vortriebssystem sendet.

[0037] Sobald der Fahrer das Gaspedal während eines autonomen Betriebs des Fahrzeugs 200 im Stop-and-Go-Verkehr betätigt, kann außerdem entweder das adaptive Modul 130 oder der Fehlerdetektor 128 über eine Fahrzeugschnittstelle 120 einen Hinweis auf den Sollzustand und den Wunschzu-

stand an den Fahrer senden. Zum Beispiel kann eine Anzeige dem Fahrer für Überwachungszwecke eine aktuelle Lücke zwischen dem Fahrzeug 200 und einem Objekt vor dem Fahrer als den aktuellen Zustand und die vorgeschlagene Lücke zwischen dem Fahrzeug 200 und einem Objekt vor dem Fahrer als den Wunschzustand anzeigen. Der Fahrer kann diese Informationen, die vom Überwachungsmerkmal bereitgestellt werden, nutzen, um den Wunsch nach dem Wunschzustand zu bestätigen oder um die aktuelle Fahrereingaben zu ändern oder abzubauen, wenn das Überwachungsmerkmal eine Änderung anzeigt, die für den Fahrer nicht wünschenswert sein würde. Die Überwachungsinformationen können auch verwendet werden, um dem Fahrer anzuzeigen, dass trotz der Fahrereingabe keine Änderung des Fahrzeugzustands stattfinden wird, wie dies im folgenden Beispiel der Fall sein würde.

[0038] Wenn der Wunschwert außerhalb des Sollwertbereichs liegt, dann kann das adaptive Modul 130 einen Befehl zur Beibehaltung des Soll-Fahrzeugzustands an das dafür zuständige Fahrzeugsystem 117 senden. Wenn der Fahrer beispielsweise das Gaspedal niedertritt, während das Fahrzeug 200 in einem Stop-and-Go-Fahrzeugzustand betrieben wird, und wenn die Änderung der Position des Gaspedals mit einem Abstand korreliert sein würde, der kleiner als „x“ ist, wenn der Sollbereich der Abstandswerte zwischen „x“ und „y“ Metern liegt, dann sendet das adaptive Modul 130 den Wunsch-Fahrzeugzustand nicht zur Implementierung an das Vortriebssystem und kann statt dessen einen Befehl zur Beibehaltung des Soll-Fahrzeugzustands an das Fahrzeugsystem 117, z.B. den Motor, senden. Das adaptive Modul 130 oder der Fehlerdetektor 128 können als eine andere Art der Überwachungsinformationen, die an den Fahrer gesendet werden, auch einen Hinweis darauf senden, dass der Wunschwert jenseits des akzeptablen Bereichs von Werten liegt, die mit dem Sollzustand in Beziehung stehen.

[0039] In einem anderen Beispiel kann das adaptive Modul 130, wenn ein Wunschwert außerhalb des Sollwertbereichs liegt, einen Befehl zum Betreiben des Fahrzeugs 200 an einem Ende des Sollwertbereichs an die entsprechenden Fahrzeugsysteme 117 senden, beispielsweise an dem Ende des Bereichs, das am nächsten am Wunsch-Fahrzeugzustand liegt, der von der Fahrereingabe an der Fahrzeugschnittstelle 120 angegeben wird. Setzt man das obige Beispiel fort, so kann das adaptive Modul 130, wenn der Fahrer das Gaspedal niedertritt, während das Fahrzeug im Stop-and-Go-Verkehr betrieben wird, und wenn die Änderung der Position des Gaspedals mit einem Abstand korreliert sein würde, der kleiner ist als „x“ für den Sollbereich von Abstandswerten, die zwischen „x“ und „y“ Metern liegen, einen Befehl zur Änderung des Zustands des

Fahrzeugs 200 an das Fahrzeugsystem 117 senden, um einen Abstand zu einem Objekt vor dem Fahrzeug 200 zu erreichen, der nahe oder gleich „x“ Metern ist.

[0040] Wenn ein Wunschwert außerhalb des Sollwertbereichs liegt, kann das adaptive Modul 130 in einem anderen Beispiel einen Befehl zum Erfassen von Daten in Bezug auf den gewünschten Fahrzeugzustand und die eine oder die mehreren Fahrereingaben, die den Wunsch-Fahrzeugzustand generieren, senden und diese Daten an den Speicher 104 der Rechenvorrichtung 100 senden. Die gespeicherten Daten, die mit den Fahrereingaben und dem Wunsch-Fahrzeugzustand in Beziehung stehen, können nützlich sein, um die Gestaltung der Sollbereiche und Sollzustände für bestimmte Fahrer zu optimieren, um die Behörden bei der Rekonstruktion eines Unfalls oder Bestimmung einer Unfallschuld zu unterstützen, Fehlerdiagnosen durchzuführen usw.

[0041] Das adaptive Modul 130 ist außerdem so gestaltet, dass es Fahrerverhaltensweisen lernt und mit einer Datenbank 302 kommuniziert, wie von den gestrichelten Pfeilen angezeigt, die mit dem Buchstaben „A“ in **Fig. 3** bezeichnet sind. Wenn einer oder mehrere Wunschwerte eine vorgegebene Bedingung erfüllen, kann das adaptive Modul 130 über die Datenbank 302 einen Befehl zur Änderung des Soll-Fahrzeugzustands an den Zustandsestimator 124 senden, um den Wunsch-Fahrzeugzustand zu reflektieren. Zum Beispiel kann eine vorgegebene Bedingung die sein, dass eine von den Fahrereingaben, die an den Fahrzeugschnittstellen 120 empfangen wird, einen Befehl zum Aktualisieren des Soll-Fahrzeugzustands beinhaltet, damit dieser den Wunsch-Fahrzeugzustand reflektiert. Diese Fahrereingabe kann über einen Schalter, eine Taste, einen Sprachbefehl oder irgendeine andere Einrichtung empfangen werden, mit welcher der Fahrer dem adaptiven Modul 130 anzeigt, dass das interaktive automatisierte Fahrsystem 300 den Wunschzustand lernen soll und dass der Sollzustand in der Datenbank 302 und im Zustandsestimator 124 aktualisiert werden soll, um diesen Wunschzustand zu reflektieren.

[0042] Wenn der Fahrer das Gaspedal niedertritt, während das Fahrzeug im Stop-and-Go-Verkehr betrieben wird, und die Änderung der Position des Gaspedals mit einem Abstand innerhalb des Sollbereichs von Abstandswerten korreliert sein würde, und der Fahrer einen dafür vorgesehenen Schalter umlegt, um seinen Wunsch zu übermitteln, dass das System 300 den Wunschwert lernt, so kann das adaptive Modul, wenn man das obige Beispiel fortsetzt, einen Befehl zur Änderung des Zustands des Fahrzeugs 200 in den gewünschten Zustand an das Fahrzeugsystem 117 senden und einen Befehl zur Aktualisierung des Sollzustands an die Datenbank 302 und

den Zustandsestimator 124 senden, um diesen Wunschzustand zu reflektieren. Das adaptive Modul 130 und der Zustandsestimator 124 sind so gestaltet, dass sie durch Lernen der Wunschzustände innerhalb von Sollbereichen den Umfang der Interaktion, der nötig ist, um einen autonomen Betrieb an die Vorlieben des Fahrers anzupassen, minimieren. Nachdem der Fahrer die vorgegebene Bedingung erfüllt hat, in diesem Beispiel durch Umlegen eines Schalters, wodurch dem adaptiven Modul 130 befohlen wird, den Wunschwert zu lernen, muss der Fahrer dem System diese Vorliebe für den gegebenen Fahrzeugzustand nicht mehr beibringen.

[0043] In einem anderen Beispiel kann die vorgegebene Bedingung die sein, dass eine von den Fahrereingaben in einem gegebenen Soll-Fahrzeugzustand innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums öfter als einer vorgegebenen Anzahl entsprechend empfangen worden ist. Zum Beispiel kann der Fahrer während eines autonomen Betriebs in einem Zustand, in dem das Fahrzeug auf einer Schnellstraße vor sich hin fährt (Cruising), das Lenkrad mit der Absicht drehen, das Fahrzeug 200 näher an eine Randlinie 208, wie in **Fig. 2** dargestellt, zu bringen. Wenn der Abstand zur Randlinie 208 in einem akzeptablen SollAbstandsbereich liegt, befiehlt das interaktive automatisierte Fahrsystem 300 dem zuständigen Fahrzeugsystem 117, die Änderung auszuführen. Jedoch kann das Fahrzeug anschließend wieder in die Mitte des existierenden Soll-Abstandsbereichs driften. Wenn der Fahrer das Lenkrad mehrmals in einem voreingestellten Zeitraum in der Absicht dreht, das Fahrzeug 200 näher an die Randlinie 208 zu bewegen, kann das adaptive Modul 130 einen Befehl zur Aktualisierung des Sollbereichs an den Zustandsestimator 124 senden, um den Wunschwert zu reflektieren. Nachdem er gelernt wurde, muss der Fahrer das Lenkrad nicht mehr drehen, um in dem Zustand, in dem das Fahrzeug auf einer Schnellstraße vor sich hin fährt bzw. dahin gleitet (Cruising), den bevorzugten Abstand zur Randlinie 208 aufrechtzuerhalten.

[0044] In einem anderen Beispiel kann die vorgegebene Bedingung die sein, dass eine der Fahrereingaben innerhalb eines gegebenen Fahrzeugzustands über einen vorgegebenen Zeitraum anhält. Als Alternative zum vorangehenden Beispiel kann der Fahrer während des autonomen Betriebs in einem Zustand, in dem das Fahrzeug auf einer Schnellstraße vor sich hin fährt (Cruising), das Lenkrad drehen und das Lenkrad in der Absicht, die Position des Fahrzeugs 200 näher an der Randlinie 208 zu halten, in einer gedrehten Stellung halten. Nachdem der Fahrer diese Eingabe über eine vorgegebene Zeit gehalten hat, kann das adaptive Modul 130 einen Befehl zur Aktualisierung des Soll-Abstandsbereich an den Zustandsestimator 124 senden, um den Wunsch-Abstandsbereich auf Basis der Fahrereingabe zu

reflektieren. Schließlich kann die vorgegebene Bedingung eine Kombination aus den letzten beiden Beispielen sein. Dieselbe Fahrereingabe, die über einen vorgegebenen Zeitraum anhält, kann für einen gegebenen Fahrzeugzustand innerhalb eines Zeitraums in mehr als einer vorgegebenen Anzahl empfangen werden.

[0045] Das interaktive automatisierte Fahrsystem 300 operiert in einer Feedback-Schleife, wie in **Fig. 3** dargestellt ist. Nachdem eines oder mehrere Fahrzeugsysteme 117 eine Änderung im Betrieb des Fahrzeugs 200 implementiert haben, beispielsweise dass das Fahrzeug 200 vom aktuellen Fahrzeugzustand in den Soll-Fahrzeugzustand wechselt oder vom Soll-Fahrzeugzustand in den Wunsch-Fahrzeugzustand wechselt, können die Sensoren 116 erneut einen oder mehrere Fahrzeugwerte messen und die Daten an den Datenanalysator 121 zur Verwendung durch den Zustandsestimator 124 senden. Wenn die Feedback-Schleife aktiv ist, kann das interaktive automatisierte Fahrsystem 300 die Verhaltensweisen eines bestimmten Fahrers lernen und die Bereiche von Sollwerten auf Basis von Fahrzeugkonstruktionsbedingten Beschränkungen, der Identifikation des Fahrers des Fahrzeugs 200 oder lang anhaltender Eingaben vom Fahrer ändern. Je mehr der Sollwertbereich sich ändert, um sich dem Verhalten des Fahrers besser anzupassen, desto zufriedener kann der Fahrer mit dem Betrieb des interaktiven automatisierten Fahrsystems 300 werden. Sobald der Fahrer zufrieden ist, kann der Fahrer seine Interaktion mit den Fahrzeugschnittstellen 120 verringern und dem Fahrzeug 200 erlauben, öfter auf vollständige autonome Weise zu operieren.

[0046] **Fig. 4** ist ein logisches Ablaufschema eines Prozesses 400, der durch das interaktive automatisierte Fahrsystem 300 von **Fig. 3** durchgeführt wird. In Schritt 402 des Prozesses kann das interaktive automatisierte Fahrsystem 300 einen aktuellen Wert, der einem aktuellen Fahrzeugzustand entspricht, von einem oder mehreren Sensoren 116, die am Fahrzeug 200 angeordnet sind, wie in **Fig. 2** dargestellt, über den Datenanalysator 121 empfangen. Zum Beispiel können aktuelle Werte solche Messungen wie Fahrzeuggeschwindigkeit, Beschleunigung, Verlangsamung, Position und Orientierung beinhalten. In Schritt 404 des Verfahrens 400 kann das interaktive automatisierte Fahrsystem 300 den aktuellen Fahrzeugzustand auf Basis des aktuellen Werts feststellen. Zum Beispiel könnten eine niedrige Fahrzeuggeschwindigkeit und wiederholtes Beschleunigen und Verlangsamen darauf hinweisen, dass das Fahrzeug aktuell in einem Stop-and-Go-Fahrzeugzustand betrieben wird.

[0047] In Schritt 406 kann das interaktive automatisierte Fahrsystem 300 einen Soll-Fahrzeugzustand auf Basis des aktuellen Fahrzeugzustands generie-

ren. Der Soll-Fahrzeugzustand kann einen oder mehrere Sollwertbereiche beinhalten. Die Sollwertbereiche können auf Fahrzeugkonstruktionsbedingten Beschränkungen, einer Klassifikation des Fahrers des Fahrzeugs und/oder verschiedenen Eingaben basieren, die vom Fahrer des Fahrzeugs gemacht werden. Die Fahrzeugkonstruktionsbedingten Beschränkungen können Sicherheitsüberlegungen und Reichweitenbeschränkungen auf Basis von physikalischen Grenzen des Fahrzeugs beinhalten. Die Klassifikation des Fahrers kann die Identifikation des Fahrers, das Alter des Fahrers (z.B. sehr jung oder sehr alt), etwaige bestehende Beschränkungen der Fahrerlaubnis des Fahrers (z.B. ob diese beschränkt oder unbeschränkt ist), und ob der Fahrer im Besitz einer Fahrerlaubnis ist (z.B. der Erlaubnis für einen privaten Gebrauch oder der Erlaubnis für eine spezifische berufliche Funktion) beinhalten. Wenn der Fahrer beispielsweise ein Teenager ist, kann der Sollwertbereich, der mit dem Abstand zu einem Objekt vor dem Fahrzeug assoziiert ist, insgesamt höhere Werte haben als wenn der Fahrer ein erfahrener Fahrer mittleren Alters mit einer sauberen Verkehrsünderdatei ist.

[0048] Im Entscheidungsblock 408 des Verfahrens 400 kann das interaktive automatisierte Fahrsystem 300 feststellen, ob der aktuelle Fahrzeugzustand innerhalb oder außerhalb des Sollwertbereichs liegt. Wenn der aktuelle Wert innerhalb des Sollwertbereichs liegt, kann das Fahrzeug im aktuellen Fahrzeugzustand gehalten werden, und das Verfahren 400 kann zu Schritt 402 zurückkehren, um einen neuen aktuellen Wert zu empfangen. Wenn der aktuelle Wert außerhalb des Sollwertbereichs liegt, kann das interaktive automatisierte Fahrsystem 300 den Soll-Fahrzeugzustand an eines oder mehrere Fahrzeugsysteme 117 senden. In Schritt 410 des Verfahrens 400 kann das eine oder können die mehreren Fahrzeugsysteme 117 den Fahrzeugzustand vom aktuellen Fahrzeugzustand in den Soll-Fahrzeugzustand ändern. Jeder von den oben beschriebenen Schritten und Entscheidungsblöcken (402, 404, 406, 408, 410) im Verfahren 400 ist konsistent mit einem vollständig autonomen Betrieb des Fahrzeugs 200.

[0049] Im Entscheidungsblock 412 des Verfahrens 400 kann das interaktive automatisierte Fahrsystem 300 feststellen, ob eine Fahrereingabe an einer oder mehreren von den Fahrzeugschnittstellen 120 empfangen worden ist. Wenn keine Fahrereingabe an einer Fahrzeugschnittstelle 120 empfangen worden ist, kann das Verfahren 400 zu Schritt 402 zurückkehren, um einen neuen aktuellen Wert zu empfangen. Wenn eine Fahrereingabe an der einen oder den mehreren Fahrzeugschnittstellen 120 empfangen wird, kann das interaktive automatisierte Fahrsystem 300 in Schritt 414 einen Wunschwert generieren, der einem Wunsch-Fahrzeugzustand

entspricht. Der Wunschzustand kann auf der einen oder den mehreren Fahrereingaben basieren, die an der einen oder den mehreren Fahrzeugschnittstellen 120 empfangen werden. Wie oben beschrieben, wird ein Wunschwert generiert, um Änderungen zu repräsentieren, die an Messungen wie der Fahrzeuggeschwindigkeit und Fahrzeugbeschleunigung vorgenommen werden könnten, um die Position des Fahrzeugs 200 in Bezug auf seine Außenumgebung auf Basis der Fahrereingabe an der Fahrzeugschnittstelle 120 zu ändern.

[0050] Im Entscheidungsblock 416 des Verfahrens 400 kann das interaktive automatisierte Fahrsystem 300 feststellen, ob der Wunschwert innerhalb oder außerhalb des Sollwertbereichs liegt. Wenn der Wunschwert innerhalb des Sollwertbereichs liegt, kann das interaktive automatisierte Fahrsystem den Wunsch-Fahrzeugzustand zur Implementierung an eines oder mehrere Fahrzeugsysteme 117 senden. Das eine oder die mehreren Fahrzeugsysteme 117 können so gestaltet sein, dass sie im Schritt 418 des Verfahrens den Fahrzeugzustand vom Soll-Fahrzeugzustand in den Wunsch-Fahrzeugzustand ändern. Wenn der Fahrzeugzustand vom Soll-Fahrzeugzustand in den Wunsch-Fahrzeugzustand geändert wird, kehrt das Verfahren 400 zu Schritt 402 zurück, um den nächsten aktuellen Wert zu empfangen.

[0051] Wie oben beschrieben, kann das interaktive automatisierte Fahrsystem 300 die Bereiche der Sollwerte innerhalb von Fahrzeugbedingten Beschränkungen und fahrerspezifischen Beschränkungen auch ändern, wenn es Muster von Fahrereingaben empfängt, die mit Wunsch-Fahrzeugzuständen korreliert sind, die sich von den Soll-Fahrzeugzuständen unterscheiden. Zum Beispiel kann ein Sollwertbereich angepasst werden, um einen Wunschwert auf Basis von Fahrereingaben innerhalb des Bereichs stärker zu gewichten. Diese Gewichtung bewegt den autonomen Betrieb des Fahrzeugs in Richtung auf den Wunschwert, wobei die Vorlieben des Fahrers innerhalb der Fahrzeugbedingten Beschränkungen und der fahrerspezifischen Beschränkungen gelernt werden.

[0052] Wenn der Wunschwert außerhalb des Sollwertbereichs liegt, kann das interaktive automatisierte Fahrsystem 300 in Schritt 420 einen Befehl zum Beibehalten des Soll-Fahrzeugzustands an eines oder mehrere Fahrzeugsysteme 316 senden. Das interaktive automatisierte Fahrsystem 300 kann in Schritt 422 auch eine Fehlermeldung generieren, wenn das Fahrzeug 200 im Soll-Fahrzeugzustand gehalten wird. In Schritt 424 kann das interaktive automatisierte Fahrsystem 300 die Fehlermeldung an den Fahrer übermitteln, indem es die Fehlermeldung an mindestens eine Fahrzeugschnittstelle 120 sendet. Wie oben beschrieben, kann die Fehlermel-

ung einen Befehl enthalten, der so gestaltet ist, dass er unter Verwendung mindestens einer Fahrzeugschnittstelle 120 eine akustische Warnung, eine visuelle Warnung oder eine taktile Warnung an den Fahrer sendet. Nachdem die Fehlermeldung in Schritt 424 an den Fahrer übermittelt worden ist, kehrt das Verfahren 400 zu Schritt 402 zurück, um einen anderen aktuellen Wert zu empfangen, und der Zyklus wiederholt sich.

[0053] Die obige Beschreibung nimmt Bezug auf das, was derzeit als die praxistauglichsten Ausführungsformen betrachtet wird. Es sei jedoch klargestellt, dass die Offenbarung nicht auf diese Ausführungsformen beschränkt ist, sondern vielmehr verschiedene Modifikationen und äquivalente Anordnungen abdecken soll, die im Gedanken und im Bereich der beigefügten Ansprüche enthalten sind. Zum Beispiel ist in den oben beschriebenen Ausführungsformen das Fahrzeug 200 allgemein als Automobil beschrieben. Jedoch ist das Fahrzeug 200 nicht auf ein Automobil beschränkt, da das interaktive automatisierte Fahrsystem 300 auch mit anderen Fahrzeugen implementiert werden könnte, die allgemein von einem Fahrer oder Operator gesteuert werden, wie Flugzeuge, Schiffe usw. Der Bereich der Ansprüche ist breitestmöglich auszulegen, so dass er alle diese Modifikationen und äquivalenten Strukturen umfasst, soweit dies gesetzlich zulässig ist.

Patentansprüche

1. Interaktives automatisiertes Fahrsystem, umfassend:

einen oder mehrere Sensoren (116), die an einem Fahrzeug (200) angeordnet sind; und eine Rechenvorrichtung (100), die mit dem einen oder den mehreren Sensoren (116) kommuniziert, umfassend:

einen oder mehrere Prozessoren (102) zum Steuern der Operationen der Rechenvorrichtung (100); und einen Speicher (104) zum Speichern von Daten und Programmbefehlen, die von dem einen oder den mehreren Prozessoren (102) verwendet werden, wobei der eine oder die mehreren Prozessoren (102) so gestaltet sind, dass sie Anweisungen ausführen, die im Speicher (104) gespeichert sind, um: einen aktuellen Fahrzeugzustand auf Basis eines aktuellen Werts festzustellen, der von dem einen oder den mehreren Sensoren (116) erfasst worden ist, wobei der aktuelle Fahrzeugzustand einen der folgenden Zustände umfasst: Parken, Abbiegen, Spurhalten, Spurwechsel, Fahren mit Reisegeschwindigkeit, Beschleunigen, Abbremsen, stockenden Verkehr;

einen Sollwertbereich zu generieren, der mit dem Betrieb des Fahrzeugs (200) im aktuellen Fahrzeugzustand assoziiert ist, wobei der Sollwertbereich eines von Zeiten, Beschleunigungen, Verzögerungen, Geschwindigkeiten und Abständen umfasst;

von einem Fahrer an einer oder mehreren Fahrzeugschnittstellen (120) eine oder mehrere Fahrereingaben während des vollautomatisierten Fahrbetriebs des Fahrzeugs (200) im aktuellen Fahrzeugzustand zu erhalten, wobei die eine oder die mehreren Fahrereingaben sich auf eine Steuerung eines oder mehrerer Fahrzeugsysteme (117) beziehen; einen Wunschwert basierend auf einer oder mehreren Fahrereingaben zu generieren, wobei der Wunschwert eine Änderung darstellt, die bei dem einen oder den mehreren Fahrzeugsystemen (117) entsprechend dem Wunsch des Fahrers ausgeführt werden soll;

den Soll-Fahrzeugzustand zu modifizieren, um einen Wunsch-Fahrzeugzustand zu reflektieren, wenn die eine oder die mehreren Fahrereingaben eine vorgegebene Bedingung erfüllen, wobei die vorgegebene Bedingung darin besteht, dass eine von den Fahrereingaben, die an einer der Fahrzeugschnittstellen (120) empfangen wird, einen Befehl zum Aktualisieren des Soll-Fahrzeugzustands beinhaltet, so dass dieser den Wunsch-Fahrzeugzustand reflektiert, oder dass eine von den Fahrereingaben innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums öfter als einer vorgegebenen Anzahl entsprechend empfangen worden ist;

wenn der Wunschwert in den Sollwertbereich für den aktuellen Fahrzeugzustand fällt, einen Befehl an das eine oder die mehreren Fahrzeugsysteme (117) zu senden, um den Betrieb des einen oder der mehreren Fahrzeugsysteme (117) basierend auf dem Wunschwert zu ändern; und wenn der Wunschwert außerhalb des Sollwertbereichs für den aktuellen Fahrzeugzustand liegt, entweder einen Befehl zur Aufrechterhaltung des aktuellen Fahrzeugzustand an das eine oder die mehreren Fahrzeugsysteme (117) zu senden oder die eine oder die mehreren Fahrereingaben, die an der einen oder den mehreren Fahrzeugschnittstellen (120) empfangen werden, zu ignorieren.

2. Computerimplementiertes Verfahren zum interaktiven automatisierten Fahren, umfassend:

Empfangen eines aktuellen Werts von einem oder mehreren Sensoren (116), die an einem Fahrzeug (200) angeordnet sind;

Bestimmen eines aktuellen Fahrzeugzustands auf Basis des aktuellen Werts unter Verwendung einer Rechenvorrichtung (100), die einen oder mehrere Prozessoren (102), um die Operationen der Rechenvorrichtung (100) zu steuern, und einen Speicher (104) aufweist, um Daten und Programmbefehle, die von dem einen oder den mehreren Prozessoren (102) verwendet werden, zu speichern, wobei der aktuelle Fahrzeugzustand einen der folgenden Zustände umfasst: Parken, Abbiegen, Spurhalten, Spurwechsel, Fahren mit Reisegeschwindigkeit, Beschleunigen, Abbremsen, stockenden Verkehr;

Generieren eines Sollwertbereichs, der mit dem

Betrieb des Fahrzeugs (200) im aktuellen Fahrzeugzustand assoziiert ist, wobei der Sollwertbereich eines von Zeiten, Beschleunigungen, Verzögerungen, Geschwindigkeiten und Abständen umfasst; Erhalten von einer oder mehreren Fahrereingaben während des vollautomatisierten Fahrbetriebs des Fahrzeugs (200) im aktuellen Fahrzeugzustand von einem Fahrer an einer oder mehreren Fahrzeugschnittstellen (120), wobei die eine oder die mehreren Fahrereingaben sich auf eine Steuerung eines oder mehrerer Fahrzeugsysteme (117) beziehen; Generieren eines Wunschwerts basierend auf der einen oder den mehreren Fahrereingaben, wobei der Wunschwert eine Änderung darstellt, die bei dem einen oder den mehreren Fahrzeugsystemen (117) entsprechend dem Wunsch des Fahrers ausgeführt werden soll;

Modifizieren des Soll-Fahrzeugzustand, um einen Wunsch-Fahrzeugzustand zu reflektieren, wenn die eine oder die mehreren Fahrereingaben eine vorgegebene Bedingung erfüllen, wobei die vorgegebene Bedingung darin besteht, dass eine von den Fahrereingaben, die an einer der Fahrzeugschnittstellen (120) empfangen wird, einen Befehl zum Aktualisieren des Soll-Fahrzeugzustands beinhaltet, so dass dieser den Wunsch-Fahrzeugzustand reflektiert, oder dass eine von den Fahrereingaben innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums öfter als einer vorgegebenen Anzahl entsprechend empfangen worden ist;

wenn der Wunschwert in den Sollwertbereich für den aktuellen Fahrzeugzustand fällt, Senden eines Befehls zur Änderung des Betriebs des einen oder der mehreren Fahrzeugsysteme (117) basierend auf dem Wunschwert an das eine oder die mehreren Fahrzeugsysteme (117); und

wenn der Wunschwert außerhalb des Sollwertbereichs für den aktuellen Fahrzeugzustand liegt, entweder Senden eines Befehls zur Aufrechterhaltung des aktuellen Fahrzeugzustand an das eine oder die mehreren Fahrzeugsysteme (117) oder Ignorieren der einen oder der mehreren Fahrereingaben, die an der einen oder den mehreren Fahrzeugschnittstellen (120) empfangen werden.

3. Rechenvorrichtung (100), umfassend:

einen oder mehrere Prozessoren (102) zum Steuern der Operationen der Rechenvorrichtung (100); und einen Speicher (104) zum Speichern von Daten und Programmbefehlen, die von dem einen oder den mehreren Prozessoren (102) verwendet werden, wobei der eine oder die mehreren Prozessoren (102) so gestaltet sind, dass sie Anweisungen ausführen, die im Speicher gespeichert sind, um:

von einem oder mehreren Sensoren (116), die an einem Fahrzeug (200) angeordnet sind, einen aktuellen Wert zu empfangen;

einen aktuellen Fahrzeugzustand auf Basis des aktuellen Werts festzustellen, wobei der aktuelle Fahrzeugzustand einen der folgenden Zustände

umfasst: Parken, Abbiegen, Spurhalten, Spurwechsel, Fahren mit Reisegeschwindigkeit, Beschleunigen, Abbremsen, stockenden Verkehr;

einen Sollwertbereich zu generieren, der mit dem Betrieb des Fahrzeugs (200) im aktuellen Fahrzeugzustand assoziiert ist, wobei der Sollwertbereich eines von Zeiten, Beschleunigungen, Verzögerungen, Geschwindigkeiten und Abständen umfasst; von einem Fahrer an einer oder mehreren Fahrzeugschnittstellen (120) eine oder mehrere Fahrereingaben während des vollautomatisierten Fahrbetriebs des Fahrzeugs (200) im aktuellen Fahrzeugzustand zu erhalten, wobei die eine oder die mehreren Fahrereingaben sich auf eine Steuerung eines oder mehrerer Fahrzeugsysteme (117) beziehen;

einen Wunschwert für den aktuellen Fahrzeugzustand basierend auf der einen oder den mehreren Fahrereingaben zu generieren, wobei der Wunschwert eine Änderung darstellt, die bei dem einen oder den mehreren Fahrzeugsystemen (117) entsprechend dem Wunsch des Fahrers ausgeführt werden soll;

den Soll-Fahrzeugzustand zu modifizieren, um einen Wunsch-Fahrzeugzustand zu reflektieren, wenn die eine oder die mehreren Fahrereingaben eine vorgegebene Bedingung erfüllen, wobei die vorgegebene Bedingung darin besteht, dass eine von den Fahrereingaben, die an einer der Fahrzeugschnittstellen (120) empfangen wird, einen Befehl zum Aktualisieren des Soll-Fahrzeugzustands beinhaltet, so dass dieser den Wunsch-Fahrzeugzustand reflektiert, oder dass eine von den Fahrereingaben innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums öfter als einer vorgegebenen Anzahl entsprechend empfangen worden ist;

wenn der Wunschwert in den Sollwertbereich für den aktuellen Fahrzeugzustand fällt, einen Befehl an das eine oder die mehreren Fahrzeugsysteme (117) zu senden, um den Betrieb des einen oder der mehreren Fahrzeugsysteme (117) basierend auf dem Wunschwert zu ändern; und

wenn der Wunschwert außerhalb des Sollwertbereichs für den aktuellen Fahrzeugzustand liegt, entweder einen Befehl zur Aufrechterhaltung des aktuellen Fahrzeugzustand an das eine oder die mehreren Fahrzeugsysteme (117) zu senden oder die eine oder die mehreren Fahrereingaben, die an der einen oder den mehreren Fahrzeugschnittstellen (120) empfangen werden, zu ignorieren.

4. Interaktives automatisiertes Fahrsystem nach Anspruch 1, computerimplementiertes Verfahren nach Anspruch 2 oder Rechenvorrichtung (100) nach Anspruch 3, wobei der Prozessor (102) ferner so ausgelegt ist, dass er wenn der Wunschwert außerhalb des Sollwertbereichs liegt:

die,

Daten in Bezug auf den Wunsch-Fahrzeugzustand und die eine oder die mehreren Fahrereingaben, die den Wunsch-Fahrzeugzustand im Speicher

(104) generieren, erfasst und aufzeichnet, wenn der Wunschwert außerhalb des Sollwertbereichs liegt, oder
 eine Fehlermeldung generiert; und
 eine Fehlermeldung an mindestens eine Fahrzeugschnittstelle (120) sendet, wenn eine Fehlermeldung erzeugt wird, wobei die Fehlermeldung vorzugsweise einen Befehl enthält, der so gestaltet ist, dass er eine akustische Warnung, eine taktile Warnung oder eine visuelle Warnung an den Fahrer sendet.

5. Interaktives automatisiertes Fahrsystem nach Anspruch 1, computerimplementiertes Verfahren nach Anspruch 2 oder Rechenvorrichtung (100) nach Anspruch 3, wobei der Sollwertbereich auf fahrzeugbedingten Beschränkungen basiert, oder auf der Klassifikation des Fahrers des Fahrzeugs (200) basiert, wobei die Klassifikation des Fahrers vorzugsweise eine verifizierte Identifizierung, eine Beschränkung der Fahrerlaubnis und/oder eine Erlaubnis zum Führen eines Fahrzeugs (200) beinhaltet.

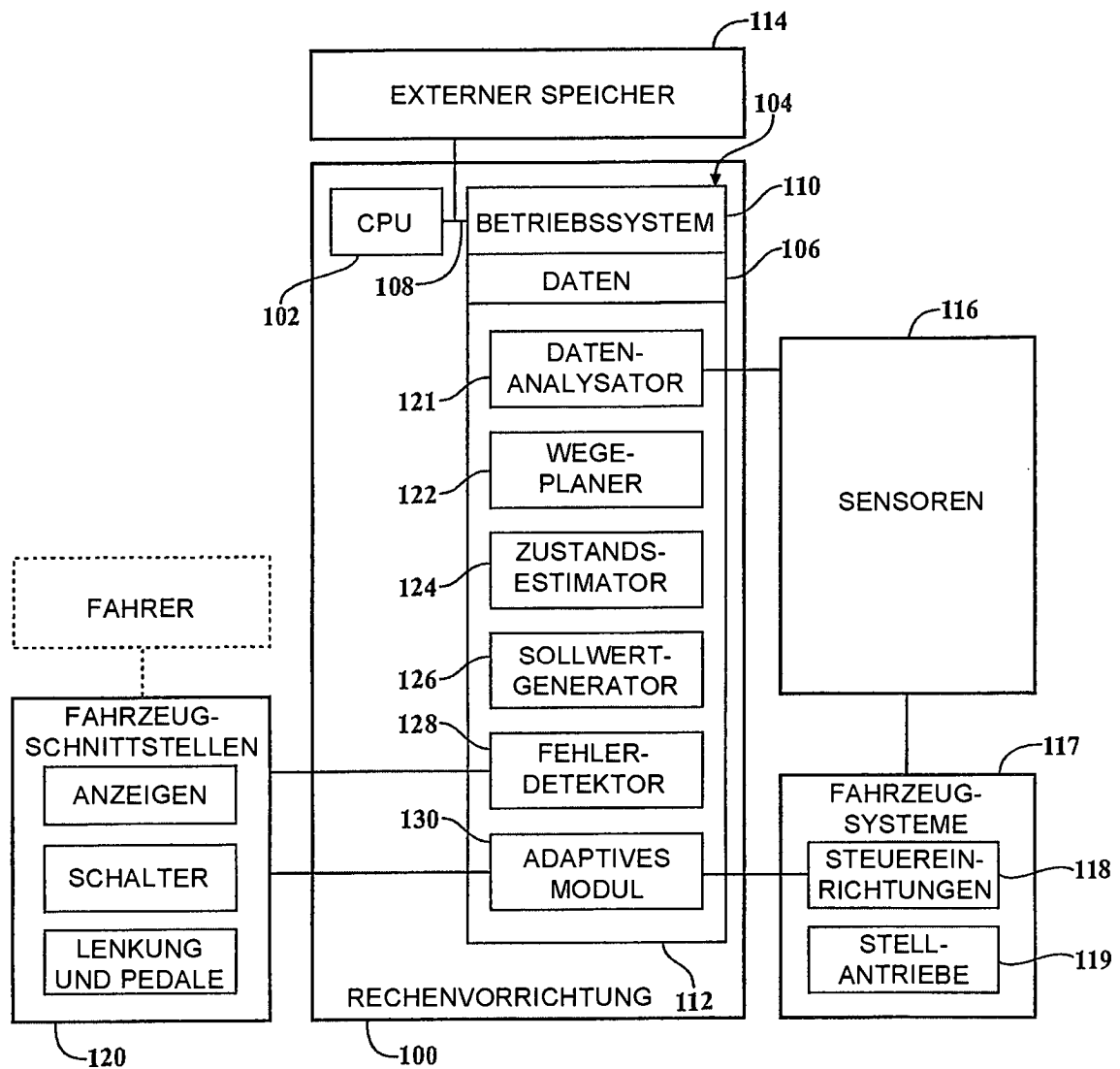
6. Interaktives automatisiertes Fahrsystem nach Anspruch 1, computerimplementiertes Verfahren nach Anspruch 2 oder Rechenvorrichtung (100) nach Anspruch 3, wobei der Prozessor (102) ferner so ausgelegt ist, dass er:
 einen Befehl an eines oder mehrere Fahrzeugsysteme (117) sendet, um Informationen an den Fahrer zur Überwachung des Wunsch-Fahrzeugzustands und des Soll-Fahrzeugzustands auszugeben.

7. Interaktives automatisiertes Fahrsystem nach Anspruch 1, computerimplementiertes Verfahren nach Anspruch 2 oder Rechenvorrichtung (100) nach Anspruch 3, wobei der Prozessor (102) ferner so ausgelegt ist, dass er:
 wenn der aktuelle Wert außerhalb des Sollwertbereichs liegt, einen Befehl zur Änderung des Fahrzeugzustands vom aktuellen Fahrzeugzustand in den Soll-Fahrzeugzustand an eines oder mehrere Fahrzeugsysteme (117) sendet.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1



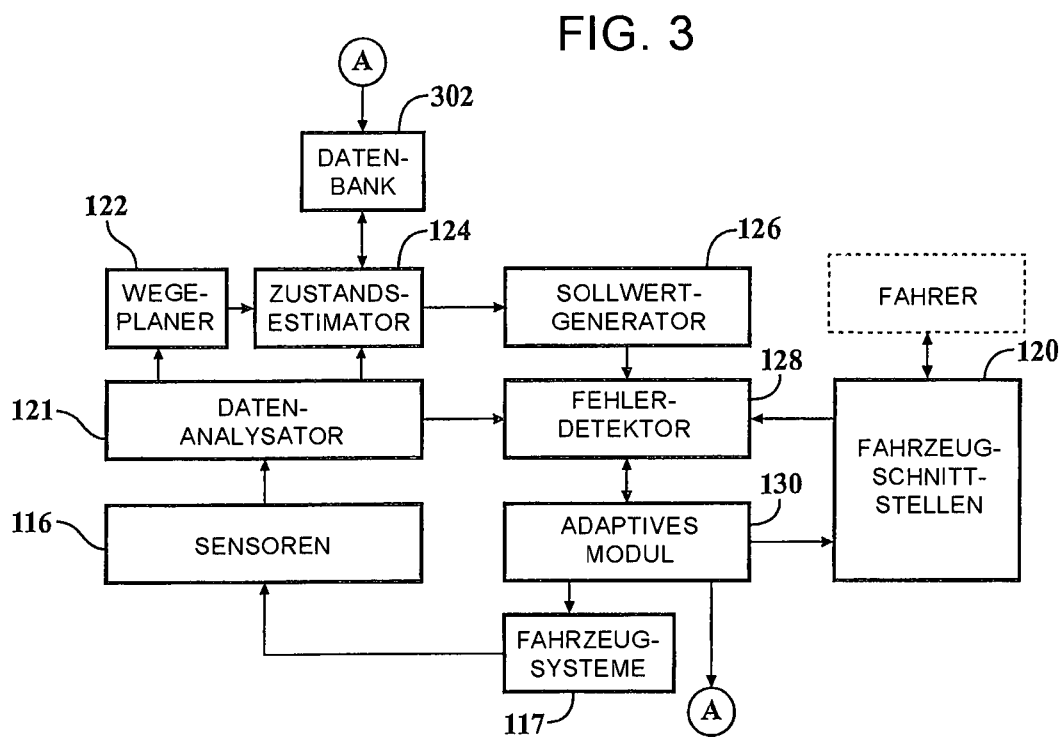
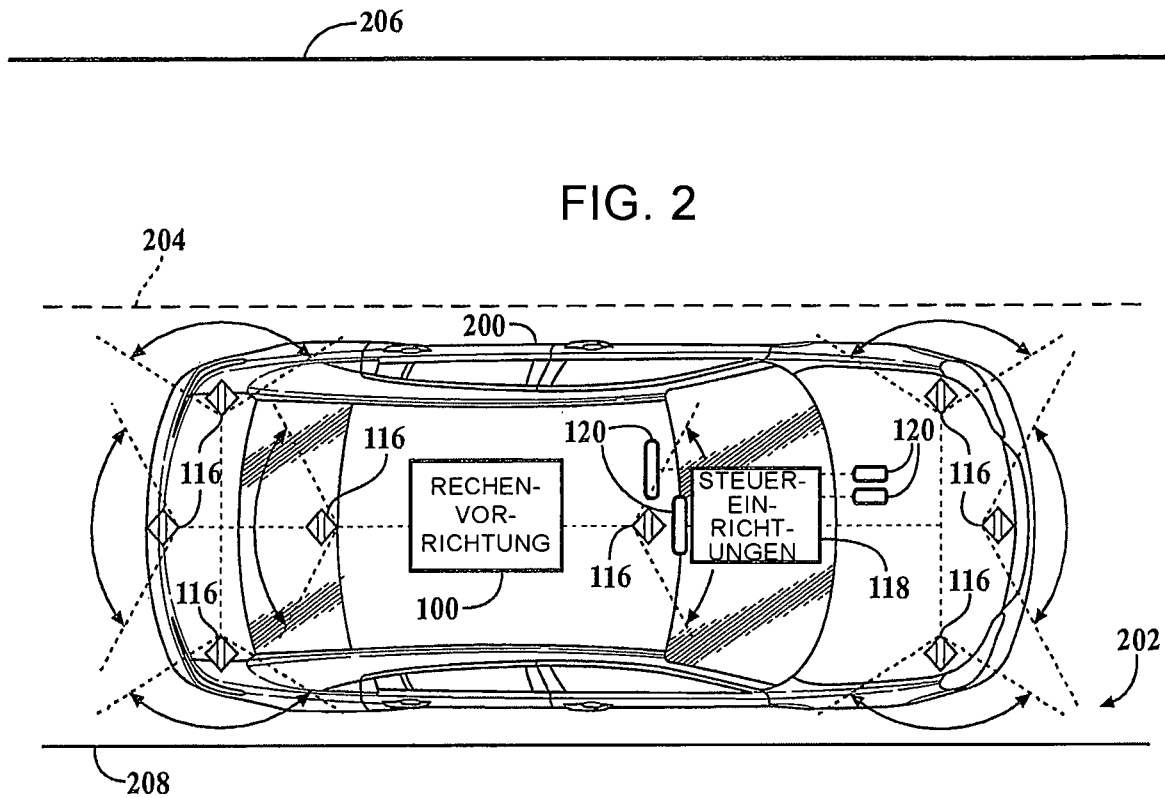


FIG. 4

