

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
12. Oktober 2017 (12.10.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/174361 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B60W 30/02 (2012.01) *B60W 50/00* (2006.01)
B60W 30/12 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/056826

(22) Internationales Anmeldedatum:
22. März 2017 (22.03.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 205 780.4 7. April 2016 (07.04.2016) DE

(71) Anmelder: **VOLKSWAGEN**
AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Berliner Ring 2,
38440 Wolfsburg (DE).

(72) Erfinder: **ROTHHÄMEL, Malte**; Ängsbergsvägen 31,
14142 Huddinge (SE).

DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA,
NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO,
RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV,
SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC,
VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DJ, DK,

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR ADJUSTING A CONTROLLER OF A VEHICLE AND CONTROL SYSTEM FOR A
VEHICLE

(54) Bezeichnung : VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM EINSTELLEN EINES REGLERS EINES FAHRZEUGS SOWIE
REGELUNGSSYSTEM FÜR EIN FAHRZEUG

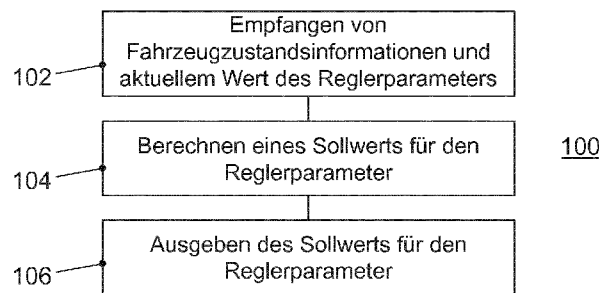


FIG. 1

- 102 Receiving vehicle state information and current value of controller
parameter
104 Calculating a setpoint value for the controller parameter
106 Outputting the setpoint value for the controller parameter

(57) Abstract: A method (100) for adjusting a controller of a vehicle, wherein the controller comprises at least one variable controller parameter is provided. The method here includes receiving (102) vehicle state information and information about a current value of the variable controller parameter. Furthermore, the method includes calculating (104) a setpoint value for the variable controller parameter using an artificial neural network, on the basis of the vehicle state information and the information about the current value of the variable controller parameter. The method also includes outputting (106) the setpoint value for the variable controller parameter.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2017/174361 A1



Verfahren und Vorrichtung zum Einstellen eines Reglers eines Fahrzeugs sowie Regelungssystem für ein Fahrzeug Bereitgestellt wird ein Verfahren (100) zum Einstellen eines Reglers eines Fahrzeugs, wobei der Regler zumindest einen variablen Reglerparameter umfasst. Dabei beinhaltet das Verfahren ein Empfangen (102) von Fahrzeugzustandsinformationen und von Informationen über einen aktuellen Wert des variablen Reglerparameters. Weiterhin beinhaltet das Verfahren ein Berechnen (104) eines Sollwertes für den variablen Reglerparameter unter Verwendung eines künstlichen neuronalen Netzwerks und auf Basis der Fahrzeugzustandsinformationen und der Informationen über den aktuellen Wert des variablen Reglerparameters. Das Verfahren beinhaltet ferner ein Ausgeben (106) des Sollwertes für den variablen Reglerparameter.

Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zum Einstellen eines Reglers eines Fahrzeugs sowie Regelungssystem für ein Fahrzeug

Die vorliegende Erfindung betrifft die adaptive Anpassung von Reglern im Fahrzeug. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zum Einstellen eines Reglers eines Fahrzeugs. Weiterhin betrifft die vorliegende Erfindung ein Regelungssystem für ein Fahrzeug.

Regler werden im Fahrzeug vielseitig eingesetzt. Bei einem Fahrzeug kann es sich sowohl um ein Personen- als auch um ein Nutzfahrzeug handeln. Regler werden in Fahrzeugen eingesetzt z.B. für die Steuerung des Motors oder auch in Fahrerassistenzsystemen verwendet. Der verwendete Regler muss dabei sowohl stabil als auch robust sein. Künstliche neuronale Netze erfüllen die vorgenannten Kriterien der Stabilität und Robustheit nicht, weshalb sie trotz ihrer generellen Eignung und ihrer ausgeprägten Adaptivität nicht als Regler im Kraftfahrzeug eingesetzt werden. Gewöhnliche (klassische) Regler sind nur sehr eingeschränkt adaptiv, weshalb die Regelung durch einen gewöhnlichen Regler z.B. von einem Benutzer des Fahrzeugs nicht als an ihre / seine Bedürfnisse angepasst empfunden werden kann.

In der Druckschrift EP 2 629 243 A1 ist ein Verfahren zum Erkennen und Verfolgen von Fahrspurmarkierungen gezeigt. Zur Klassifizierung von Kandidaten für Fahrspurmarkierungen wird ein künstliches neuronales Netz verwendet. Jedoch sind in der Druckschrift EP 2 629 243 A1 keine anpassungsfähigen Regler für Fahrzeuge gezeigt.

Die Druckschrift DE 10 2013 205 950 A1 zeigt ein Verfahren zur Detektion von Straßenrändern. Zur Klassifizierung von Kandidaten für Straßenränder wird ein künstliches neuronales Netz verwendet. Jedoch sind auch in der Druckschrift DE 10 2013 205 950 A1 keine anpassungsfähigen Regler für Fahrzeuge gezeigt.

In der Druckschrift US 8,744,689 B2 ist eine Vorrichtung zur Steuerung eines Fahrzeugs gezeigt. Abhängig von einer lateralen Beschleunigung des Fahrzeugs wird bei einem

Lenkeinschlag das Fahrzeug abgebremst oder beschleunigt. Auch können einem Fahrer des Fahrzeugs Informationen hinsichtlich idealer Brems-, Lenk- oder Beschleunigungsphasen vermittelt werden. Für den Fahrer ist somit ein „überwachtes Lernen“, das als Lernmethode für neuronale Netzwerke bekannt ist, möglich. Auch in der Druckschrift US 8,744,689 B2 sind keine anpassungsfähigen Regler für Fahrzeuge gezeigt.

Es besteht somit ein Erfordernis, eine Möglichkeit bereitzustellen, um eine Regelstrategie eines Reglers eines Fahrzeugs bedarfsgerecht anzupassen.

Die vorliegende Erfindung ermöglicht dies durch ein Verfahren zum Einstellen eines Reglers eines Fahrzeugs. Ein Regler ist eine Vorrichtung bzw. eine Routine, die selbsttätig eine oder mehrere (physikalische) Größen so beeinflusst, dass ein vorgegebener Wert auch bei Störeinflüssen möglichst gut eingehalten wird. Ein Regler vergleicht innerhalb eines Regelkreises laufend eine Führungsgröße (Sollwert) mit einer Regelgröße (Istwert) und ermittelt aus dem Unterschied der beiden Größen – der Regelabweichung (Regeldifferenz) – eine Stellgröße, welche eine Regelstrecke so beeinflusst, dass die Regelabweichung im eingeschwungenen Zustand zu einem Minimum wird. Bei dem Regler kann es sich z.B. um einen Proportional-Regler (P-Regler), einen Proportional-Integral-Regler (PI-Regler), einen Proportional-Integral-Derivativ-Regler (PID-Regler), einen Proportional-Derivativ-Regler (PD-Regler) oder einen Integral-Regler (I-Regler) handeln. Gemäß der vorliegenden Erfindung umfasst der Regler dafür zumindest einen variablen Reglerparameter, d.h. mindestens ein Parameter der Reglergleichung ist veränderlich bzw. einstellbar.

Das erfindungsgemäße Verfahren umfasst ein Empfangen von Fahrzeugzustandsinformationen und von Informationen über einen aktuellen Wert des variablen Reglerparameters. Bei den Fahrzeugzustandsinformationen handelt es sich um Daten, die einen Zustand des Fahrzeugs charakterisieren. Dabei kann es sich z.B. um im Fahrzeug gemessene (physikalische) Parameter, wie etwa Beschleunigung, Neigung, Moment, Spannung, Strom, Fahrzeugposition etc. oder auch davon abgeleitete Größen handeln. Die Fahrzeugzustandsinformationen können ferner auch eine Abweichung eines Ist-Wertes von einem Sollwert der von dem Regler geregelten Größe umfassen. Abhängig vom einzustellenden Regler können die Fahrzeugzustandsinformationen Informationen über eine oder mehrere Größen umfassen. Der aktuelle Wert des variablen Reglerparameters gibt den momentan vom Regler verwendeten Wert für den variablen Reglerparameter an.

Ferner umfasst das erfindungsgemäße Verfahren ein Berechnen eines Sollwertes für den variablen Reglerparameter auf Basis der Fahrzeugzustandsinformationen und der Informationen über den aktuellen Wert des variablen Reglerparameters. Die Berechnung erfolgt dabei unter Verwendung eines künstlichen neuronalen Netzwerks. Ein künstliches neuronales Netzwerk ist ein Netz aus künstlichen Neuronen (z.B. McCulloch-Pitts-Neuronen), das nach seiner Konstruktion trainiert werden kann, um es bedarfsgerecht anzupassen. Das künstliche neuronale Netzwerk kann dabei eine Vielzahl unterschiedlicher Topologien aufweisen. Beispielsweise kann das künstliche neuronale Netzwerk ein ein- bzw. mehrschichtiges feedforward-Netzwerk oder eine rekurrentes Netzwerk sein.

Das erfindungsgemäße Verfahren umfasst weiterhin ein Ausgeben des Sollwertes für den variablen Reglerparameter an den Regler. Dem Regler können somit die benötigten Informationen bereitgestellt werden, um den variablen Reglerparameter entsprechend einzustellen.

Die Anpassungsfähigkeit künstlicher neuronaler Netzwerke kann genutzt werden, um den variablen Reglerparameter, d.h. die Regelstrategie des Reglers, bedarfsgerecht anzupassen. Beispielsweise können durch das künstliche neuronale Netzwerk aus den Fahrzeugzustandsinformationen Charakteristika bzw. Eigenheiten eines Benutzers (Fahrers) extrahiert und für die Berechnung des Sollwertes für den variablen Reglerparameter berücksichtigt werden. Entsprechend kann die Regelstrategie an den Benutzer angepasst werden. Die Regelung kann von dem Benutzer daher als an ihre / seine Bedürfnisse angepasst empfunden werden. Ganz allgemein kann die Regelstrategie an die von den Fahrzeugzustandsinformationen umfassten Größen angepasst werden (z.B. Straßenzustand, Straßenverlauf).

In einigen Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung umfasst das Verfahren daher weiterhin ein Empfangen des Sollwertes für den variablen Reglerparameter durch den Regler sowie ein Einstellen des variablen Reglerparameters auf den Sollwert für den variablen Reglerparameter durch den Regler. Es erfolgt somit eine bedarfsgerechte Anpassung des Reglers bzw. der Regelstrategie an z.B. die Bedürfnisse des Benutzers des Fahrzeugs. Die Regelung kann daher z.B. besser an die Bedürfnisse des Benutzers angepasst erfolgen.

Gemäß einigen Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung ist ein erlaubter Wertebereich für den variablen Reglerparameter vorbestimmt. Durch die Vorgabe des erlaubten Wertebereichs können Stabilität und Robustheit sichergestellt werden. Beispielsweise kann der

Wertebereich auf solche Werte beschränkt sein, für die Stabilität und Robustheit des Reglers nachgewiesen wurden. Das Berechnen des Sollwertes für den variablen Reglerparameter umfasst daher ferner ein Prüfen, ob der berechnete Sollwert für den variablen Reglerparameter von dem Wertebereich umfasst ist. Es erfolgt somit eine interne Verifikation während der Berechnung des Sollwerts, ob sich der berechnete Sollwert im erlaubten Wertebereich befindet. Falls der berechnete Sollwert für den variablen Reglerparameter nicht von dem Wertebereich umfasst ist, umfasst das Verfahren daher ferner ein Ändern des berechneten Sollwertes für den variablen Reglerparameter auf einen Wert aus dem erlaubten Wertebereich, der einen geringsten Abstand von dem berechneten Sollwert für den variablen Reglerparameter aufweist. Der Sollwert für den variablen Reglerparameter wird somit auf denjenigen erlaubten Wert eingestellt, der dem eigentlich berechneten Sollwert am nächsten kommt. Auf diese Weise können Stabilität und Robustheit des Reglers sichergestellt werden, aber auch eine bestmögliche Anpassung der Regelstrategie an die konkreten Umstände (z.B. Benutzerwünsche).

In einigen Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung ist wiederum ein erlaubter Wertebereich für den variablen Reglerparameter vorbestimmt. Das Verfahren umfasst dabei ein Prüfen durch den Regler, ob der berechnete Sollwert für den variablen Reglerparameter von dem Wertebereich umfasst ist. Falls der berechnete Sollwert für den variablen Reglerparameter nicht von dem Wertebereich umfasst ist, umfasst das Verfahren ein Einstellen des variablen Reglerparameters durch den Regler auf einen Wert aus dem erlaubten Wertebereich, der einen geringsten Abstand von dem berechneten Sollwert für den variablen Reglerparameter aufweist. Die Verifikation, ob sich der berechnete Sollwert im erlaubten Wertebereich befindet, erfolgt somit durch den Regler selbst. Auf diese Weise können wiederum Stabilität und Robustheit des Reglers sichergestellt werden, aber auch eine bestmögliche Anpassung der Regelstrategie an die konkreten Umstände (z.B. Benutzerwünsche).

Gemäß einigen Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung umfassen die Fahrzeugzustandsinformationen eine Abweichung eines Ist-Wertes von einem Sollwert der von dem Regler geregelten Größe und / oder einen Lenkradwinkel (d.h. Winkel des Lenkrads relativ zu einer Nullstellung bei Geradeausfahrt des Fahrzeugs) und / oder ein Lenkradmoment (d.h. Drehmoment an der Lenksäule) und / oder eine Stellung eines Fahrzeugpedals (z.B. Gas- oder Bremspedal) und / oder eine Geschwindigkeit des Fahrzeugs und / oder eine Position des Fahrzeugs innerhalb einer Fahrspur. Die vorgenannten Charakteristika können einen Wunsch eines Benutzers bzw. eine Eigenheit des Benutzers anzeigen, an die die Regelstrategie angepasst werden kann, um eine an den Benutzer angepasste Regelung zu ermöglichen.

Beispielsweise kann die Position des Fahrzeugs innerhalb einer Fahrspur anzeigen, ob der Benutzer das Fahrzeug für gewöhnlich eher links, eher mittig oder eher rechts innerhalb der Fahrspur bewegt. Entsprechend kann z.B. ein Reglerparameter eines Reglers eines Fahrerassistenzsystems auf die gewöhnliche, d.h. bevorzugte, Position innerhalb der Fahrspur eingestellt werden, so dass das Fahrerassistenzsystem eine verbesserte Unterstützung für den Benutzer ermöglichen kann.

In einigen Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung umfasst das Verfahren ferner ein Empfangen von Informationen über einen Benutzer des Fahrzeugs. Bei den Informationen über den Benutzer des Fahrzeugs handelt es sich um spezifische Charakteristika eines Benutzers. Die Informationen über den Benutzer des Fahrzeugs umfassen beispielsweise Informationen die einen Fahrstil bzw. eine Fahrcharakteristik eines Benutzers kennzeichnen. In dem erfindungsgemäßen Verfahren basiert das Berechnen des Sollwertes für den variablen Reglerparameter daher ferner auch auf den Informationen über den Benutzer des Fahrzeugs. Entsprechend kann die Regelstrategie noch besser an die Eigenheiten des Benutzers des Fahrzeugs angepasst werden.

Gemäß einigen Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung umfassen die Informationen über den Benutzer des Fahrzeugs eine Fahrzeugeinstellung des Benutzers und / oder ein Lenkcharakteristik des Benutzers und / oder eine Pedalcharakteristik des Benutzers. Bei der Fahrzeugeinstellung kann es z.B. um eine Einstellung eines Spiegels, eines Sitzes oder des Lenkrads des Fahrzeugs handeln. Die Lenkcharakteristik kann z.B. angeben, ob ein Benutzer eher sanft oder eher ruppig lenkt. Somit kann die Lenkcharakteristik ein vom Benutzer des Fahrzeugs bevorzugtes Lenkverhalten anzeigen. Die Pedalcharakteristik kann z.B. angeben, ob ein Benutzer das Gaspedal oder das Bremspedal eher sanft oder eher energisch tritt. Mithin kann die Pedalcharakteristik Auskunft über ein bevorzugtes Beschleunigungs- bzw. Bremsverhalten des Benutzers geben. Die Berücksichtigung eines oder mehrerer der vorgenannten Parameter für die Bestimmung des Sollwertes des Reglers kann die Regelstrategie somit besser an die Wünsche bzw. Gewohnheiten des Benutzers anpassen.

In einigen Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung umfasst das Verfahren ferner ein Empfangen von Straßendaten und Informationen über eine momentane Position des Fahrzeugs. Bei den Straßendaten kann es sich z.B. um Daten handeln, die einen Straßenverlauf oder auch einen Zustand einer Straße anzeigen. Die Informationen über eine momentane Position des Fahrzeugs können z.B. die Koordinaten des Fahrzeugs umfassen und können über einen entsprechenden Navigationsdienst (z.B. Global Positioning System, GPS;

GLOBAL Navigation Satellite System, GLONASS; Galileo oder Beidou) empfangen werden. Das Berechnen des Sollwertes für den variablen Reglerparameter basiert dabei ferner auf den Straßendaten und den Informationen über die momentane Position des Fahrzeugs. Aus den Straßendaten und der momentanen Position des Fahrzeugs kann z.B. ein demnächst zu durchfahrender Straßenverlauf sowie eine Zustand desselben (z.B. schlechte Straßenverhältnisse) bestimmt werden. Entsprechend kann die Regelstrategie an den zu durchfahrenden Straßenverlauf angepasst werden. So kann z.B. die Regelung eines Fahrerassistenzsystems an den Straßenverlauf angepasst werden (z.B. Verwendung anderer Werte des Reglerparameters für einen kurvige als für einen eher geradlinigen Straßenverlauf). Auch kann z.B. die Regelung für ein Anti-Blockier-System (ABS) des Fahrzeugs an den Zustand der Straße angepasst werden, um ein verbessertes Bremsverhalten des Fahrzeugs zu ermöglichen.

Gemäß einigen Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung umfassen die Straßendaten einen Radius einer Kurve und / oder eine Länge einer Kurve. Die vorgenannten Charakteristika können insbesondere zur Anpassung von Fahrerassistenzsystemen an den realen Straßenverlauf genutzt werden.

In einigen Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung ist der Regler daher ein Regler eines Fahrerassistenzsystems. Bei dem Fahrerassistenzsystem handelt es sich um eine (elektronische) Zusatzeinrichtung im Fahrzeug zur Unterstützung des Benutzers in bestimmten Fahrsituationen. Das Fahrerassistenzsystem kann z.B. teilautonom oder autonom in Antrieb, Steuerung oder Signalisierungseinrichtungen des Fahrzeuges eingreifen oder durch geeignete Mensch-Maschine-Schnittstellen den Fahrer kurz vor oder während kritischer Situationen warnen. Bei dem Fahrerassistenzsystem kann es sich z.B. um ein ABS, einen (elektronischen) Bremsassistenten, eine Einparkhilfe, eine elektronische Stabilitätskontrolle (ESP), eine automatische Distanzregelung, einen Spurhalteassistenten (Lane Keeping Assist) oder einen Spurwechselassistenten handeln. Aufgrund der Lernfähigkeit des künstlichen neuronalen Netzes können einer oder mehrere variable Reglerparameter des Reglers des Fahrerassistenzsystems an die Bedürfnisse und Wünsche des Benutzers des Fahrzeugs angepasst werden. Entsprechend kann die Unterstützung des Fahrerassistenzsystems vom Benutzer des Fahrzeugs als weniger starr und somit als an seine Bedürfnisse angepasst empfunden werden.

Gemäß einigen Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung ist der Regler ein Regler eines autonomen Fahrsystems des Fahrzeugs. Bei dem autonomen Fahrsystem handelt es sich

um eine (elektronische) Zusatzeinrichtung im Fahrzeug, die das Fahrzeug ohne Einfluss eines menschlichen Fahrers steuern kann. Das autonome Fahrsystem kann dazu z.B. mit Hilfe verschiedener Sensoren die Umgebung des Fahrzeugs wahrnehmen und aus den gewonnenen Informationen die eigene Position und die anderer Verkehrsteilnehmer bestimmen. Um das Fahrziel anzusteuern, kann das Fahrerassistenzsystem beispielsweise autonom in Antrieb, Steuerung oder Signalisierungseinrichtungen des Fahrzeuges eingreifen. Aufgrund der Lernfähigkeit des künstlichen neuronalen Netzes können einer oder mehrere variable Reglerparameter des Reglers des autonomen Fahrsystems des Fahrzeugs an konkrete Fahrsituationen angepasst werden. Mit anderen Worten: Das künstliche neuronale Netz kann trainiert werden, um Reglerparameter des Reglers des autonomen Fahrsystems an bestimmte Fahrsituationen anzupassen. Entsprechend kann ein verbessertes Regelungsergebnis, d.h. ein verbessertes autonomes Bewegen des Fahrzeugs im öffentlichen Verkehr, ermöglicht werden.

Es versteht sich von selbst, dass Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung auch ein Programm mit einem Programmcode zum Durchführen eines der hierin beschriebenen Verfahren umfasst, wenn der Programmcode auf einem Computer, einem Prozessor oder einer programmierbaren Hardwarekomponente abläuft bzw. dort ausgeführt wird (z.B. einem Steuergerät eines Fahrzeugs).

Die Erfindung umfasst in einem weiteren Aspekt eine Vorrichtung zum Einstellen eines Reglers eines Fahrzeugs, wobei der Regler zumindest einen variablen Reglerparameter umfasst. Die Vorrichtung umfasst dabei eine erste Schnittstelle, die eingerichtet ist, Fahrzeugzustandsinformationen und Informationen über einen aktuellen Wert des variablen Reglerparameters zu empfangen. Ferner umfasst die Vorrichtung eine Proessoreinheit, die eingerichtet ist, unter Verwendung eines künstlichen neuronalen Netzwerks einen Sollwert für den variablen Reglerparameter auf Basis der Fahrzeugzustandsinformationen und der Informationen über den aktuellen Wert des variablen Reglerparameters zu berechnen. Weiterhin umfasst die Vorrichtung eine zweite Schnittstelle, die eingerichtet ist, den Sollwert für den variablen Reglerparameter auszugeben. Bei der ersten Schnittstelle als auch der zweiten Schnittstelle kann es sich sowohl um eine Hardwareschnittstelle als auch um eine Softwareschnittstelle handeln.

Durch die erfindungsgemäße Vorrichtung können dem Regler somit die benötigten Informationen bereitgestellt werden, um den variablen Reglerparameter entsprechend einzustellen. Die Anpassungsfähigkeit künstlicher neuronaler Netzwerke kann eine bedarfsgerechte Anpassung des variablen Reglerparameters, d.h. der Regelstrategie des

Reglers, ermöglichen. Beispielsweise können durch das künstliche neuronale Netzwerk aus den Fahrzeugzustandsinformationen Charakteristika bzw. Eigenheiten eines Benutzers (Fahrers) extrahiert und für die Berechnung des Sollwertes für den variablen Reglerparameter berücksichtigt werden. Entsprechend kann die Regelstrategie an den Benutzer angepasst werden. Die Regelung kann von dem Benutzer daher als an ihre / seine Bedürfnisse angepasst empfunden werden. Ganz allgemein kann die Regelstrategie an die von den Fahrzeugzustandsinformationen umfassten Größen angepasst werden.

Gemäß einigen Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung ist ein erlaubter Wertebereich für den variablen Reglerparameter vorbestimmt. Die Prozessoreinheit ist daher ferner eingerichtet, zu prüfen, ob der berechnete Sollwert für den variablen Reglerparameter von dem Wertebereich umfasst ist. Mithin ist die Prozessoreinheit somit eingerichtet, zu prüfen, ob der berechnete Sollwert ein zulässiger Wert für den Reglerparameter ist. Durch die Vorgabe des erlaubten Wertebereichs können Stabilität und Robustheit des Reglers sichergestellt werden. Falls der berechnete Sollwert für den variablen Reglerparameter nicht von dem Wertebereich umfasst ist, ist die Prozessoreinheit ferner eingerichtet, den berechneten Sollwert für den variablen Reglerparameter auf einen Wert aus dem erlaubten Wertebereich zu ändern, der einen geringsten Abstand von dem berechneten Sollwert für den variablen Reglerparameter aufweist. Der Sollwert für den variablen Reglerparameter wird somit auf denjenigen erlaubten Wert eingestellt, der dem eigentlich berechneten Sollwert am nächsten kommt. Auf diese Weise können Stabilität und Robustheit des Reglers sichergestellt werden, aber auch eine bestmögliche Anpassung der Regelstrategie an die konkreten Umstände (z.B. Benutzerwünsche).

In einem weiteren Aspekt umfasst die Erfindung ein Regelungssystem für ein Fahrzeug, das neben einer oben beschriebenen Vorrichtung zum Einstellen eines Reglers eines Fahrzeugs einen Regler mit zumindest einem variablen Reglerparameter aufweist. Der Regler ist dabei mit der Vorrichtung gekoppelt und umfasst eine dritte Schnittstelle, die ausgebildet ist, den Sollwert für den variablen Reglerparameter zu empfangen. Weiterhin umfasst der Regler eine Prozessoreinheit, die eingerichtet ist, den variablen Reglerparameter auf den Sollwert für den variablen Reglerparameter einzustellen.

Aufgrund der Anpassungsfähigkeit künstlicher neuronaler Netzwerke kann eine bedarfsgerechte Anpassung des variablen Reglerparameters, d.h. der Regelstrategie des Reglers, ermöglicht werden. Beispielsweise können durch das künstliche neuronale Netzwerk aus den Fahrzeugzustandsinformationen Charakteristika bzw. Eigenheiten eines Benutzers

(Fahrers) extrahiert und für die Berechnung des Sollwertes für den variablen Reglerparameter berücksichtigt werden. Entsprechend kann die Regelstrategie des Reglers an den Benutzer angepasst werden. Somit kann z.B. eine benutzerangepasste Regelung durch den Regler erfolgen. Die Regelung kann von dem Benutzer daher als an ihre / seine Bedürfnisse angepasst empfunden werden. Ganz allgemein kann die Regelstrategie an die von den Fahrzeugzustandsinformationen umfassten Größen angepasst werden.

In einigen Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung ist ein erlaubter Wertebereich für den variablen Reglerparameter vorbestimmt. Die Prozessoreinheit des Reglers ist daher ferner eingerichtet zu prüfen, ob der berechnete Sollwert für den variablen Reglerparameter von dem Wertebereich umfasst ist. Der Regler kann somit prüfen, ob sich der berechnete Sollwert innerhalb des die Stabilität und Robustheit der Regelung sicherstellenden, erlaubten Wertebereichs befindet. Falls der berechnete Sollwert für den variablen Reglerparameter nicht von dem Wertebereich umfasst ist, ist Prozessoreinheit des Reglers eingerichtet, den variablen Reglerparameter auf einen Wert aus dem erlaubten Wertebereich einzustellen, der einen geringsten Abstand von dem berechneten Sollwert für den variablen Reglerparameter aufweist. Der variable Reglerparameter wird somit auf denjenigen erlaubten Wert eingestellt, der dem eigentlich berechneten Sollwert am nächsten kommt. Auf diese Weise können Stabilität und Robustheit des Reglers sichergestellt werden, aber auch eine bestmögliche Anpassung der Regelstrategie an die konkreten Umstände (z.B. Benutzerwünsche).

Gemäß einigen Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung umfasst der Regler eine vierte Schnittstelle, die eingerichtet ist, Informationen, dass der berechnete Sollwert für den variablen Reglerparameter nicht von dem Wertebereich umfasst ist, an die Vorrichtung zu senden, falls der berechnete Sollwert für den variablen Reglerparameter nicht von dem Wertebereich umfasst ist. Der Regler kann somit eine Rückmeldung an die Vorrichtung geben. Mit Hilfe der Informationen, dass der berechnete Sollwert für den variablen Reglerparameter nicht von dem Wertebereich umfasst ist, kann die Vorrichtung z.B. prüfen, ob die Berechnung des Sollwerts fehlerhaft war, oder eine Anpassung des künstlichen neuronalen Netzwerks vornehmen (d.h. das künstliche neuronale Netzwerk kann mit den rückgeführten Informationen des Reglers trainiert werden).

Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend, Bezug nehmend auf die beigelegten Figuren, näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Flussdiagramm eines Ausführungsbeispiels eines Verfahrens zum Einstellen eines Reglers eines Fahrzeugs; und

Fig. 2 schematisch ein Ausführungsbeispiel eines Regelungssystems für ein Fahrzeug.

In der Fig. 1 ist ein Verfahren 100 zum Einstellen eines Reglers eines Fahrzeugs gezeigt. Der Regler umfasst dabei zumindest einen variablen Reglerparameter. Das Verfahren 100 umfasst ein Empfangen 102 von Fahrzeugzustandsinformationen und von Informationen über einen aktuellen Wert des variablen Reglerparameters. Wie oben ausgeführt, charakterisieren die Fahrzeugzustandsinformationen einen Zustand des Fahrzeugs. Weiterhin umfasst das Verfahren ein Berechnen 104 eines Sollwertes für den variablen Reglerparameter auf Basis der Fahrzeugzustandsinformationen und der Informationen über den aktuellen Wert des variablen Reglerparameters. Die Berechnung des Sollwertes für den variablen Reglerparameter erfolgt dabei unter Verwendung eines künstlichen neuronalen Netzwerks. Ferner umfasst das Verfahren ein Ausgeben 106 des Sollwertes für den variablen Reglerparameter.

Aufgrund der Anpassungsfähigkeit bzw. Trainierbarkeit künstlicher neuronaler Netzwerke kann eine bedarfsgerechte Anpassung des variablen Reglerparameters, d.h. der Regelstrategie des Reglers, ermöglicht werden. Beispielsweise können durch das künstliche neuronale Netzwerk aus den Fahrzeugzustandsinformationen Charakteristika bzw. Eigenheiten eines Benutzers extrahiert und für die Berechnung des Sollwertes für den variablen Reglerparameter berücksichtigt werden. Entsprechend kann die Regelstrategie des Reglers an den Benutzer angepasst werden. Somit kann z.B. eine benutzerangepasste Regelung durch den Regler erfolgen. Die Regelung kann von dem Benutzer daher als an ihre / seine Bedürfnisse angepasst empfunden werden.

Weitere Details und Aspekte des Verfahrens sind vorangehend in Zusammenhang mit einem oder mehreren Ausführungsbeispielen beschrieben. Das Verfahren kann eines oder mehrere optionale Merkmale gemäß einem oder mehreren der hier beschriebenen Ausführungsbeispiele umfassen.

Die Fig. 2 zeigt ein Regelungssystem 200 für ein Fahrzeug. Das Regelungssystem 200 ist in dem Beispiel der Fig. 2 als Regelungssystem eines Spurhalteassistenzsystems gezeigt. Das Regelungssystem 200 weist einen Regler 220 und eine erfindungsgemäße Vorrichtung 210 zum Einstellen eines Reglers eines Fahrzeugs auf. Der Regler 220 weist einen oder mehrere variable Reglerparameter auf. In dem in der Fig. 2 gezeigten Beispiel umfasst der Regler 220

mehrere variable, d.h. einstellbare, Reglerparameter. Die Reglerparameter für einen Regler eines Spurhalteassistenzsystems können z.B. eine Vorrasschaulänge, eine Eingriffsstärke, ein Eingriffszeitpunkt, ein maximales Lenkradmoment oder ein Grad des Kurvenschneidens sein. Weiterhin umfasst das Regelungssystem 200 eine Kamera 230, mit der die Position des Fahrzeugs innerhalb einer Fahrspur bestimmt werden kann. Die Positionsinformationen gehen als Eingangsgröße in den Regler 220 ein, ebenso wie ein Lenkradwinkel 201 sowie ein Lenkradmoment 202 des Fahrzeugs. Abhängig von den in den Regler 220 eingehenden Eingangsgrößen bestimmt dieser ein zusätzliches (additives) Moment, das zusätzlich zu dem durch den Benutzer vermittelten Lenkradmoment in die elektrische Hilfskraftlenkung 250 des Fahrzeugs als Eingangsgröße eingeht, um einen entsprechenden Lenkwinkel des Fahrzeugs einzustellen.

Die Vorrichtung 210 umfasst eine erste Schnittstelle zum Empfangen von Fahrzeugzustandsinformationen und Informationen über einen aktuellen Wert des variablen Reglerparameters. Die aktuellen Werte der variablen Reglerparameter empfängt die Vorrichtung 210 von dem Regler 220. Der Regler 220 gibt einen Satz von Ausgabewerten 221 aus. Der Satz von Ausgabewerten 221 kann neben den aktuellen Wert des variablen Reglerparameter weitere Ausgabewerte 221-1, 221-3, ..., 221-n des Reglers 220 an die Vorrichtung 210 ausgeben. Zum Beispiel können die weiteren Ausgabewerte eine Korrektur der durch das Spurhalteassistenzsystem ausgegebenen Spur durch den Benutzer des Fahrzeugs oder eine überlenkende Eingabe des Benutzers am Lenkrad angeben. Neben dem Satz an Ausgabewerten 221 empfängt die Vorrichtung 210 über die erste Schnittstelle noch den Lenkradwinkel 201 sowie das Lenkradmoment 202. Auch empfängt die die Vorrichtung 210 über die erste Schnittstelle Straßendaten und Informationen über eine momentane Position des Fahrzeugs 240. Neben den in Fig. 2 angedeuteten Informationen kann die Vorrichtung 210 optional weitere Informationen empfangen – z.B. Informationen über einen Benutzer des Fahrzeugs (etwa spezifische Fahrzeugeinstellungen, Lenkcharakteristik, Pedalcharakteristik).

Die Vorrichtung 210 kann daraus eine Abweichung der momentanen Regelung durch den Regler 220 von einem eigentlichen Regelungswunsch des Benutzers bestimmen. Wenn der Regler 220 des Spurhalteassistenzsystems beispielsweise das Fahrzeug in einer Kurve in der Mitte der Fahrspur halten möchte, der Benutzer jedoch die Kurve innerhalb seiner Fahrspur schneiden möchte, erkennt die Vorrichtung 210 z.B. Abweichungen der tatsächlichen Fahrspur von der durch das Spurhalteassistenzsystem vorgeschlagenen Fahrspur oder auch ein Lenkradmoment, mit dem dieser „gegen“ das Spurhalteassistenzsystem lenkt (und somit über

das Lenkradmoment hinausgeht, das der Benutzer bei einer Fahrt ohne Spurhalteassistentensystem aufbringen müsste).

Basierend auf den empfangenen Fahrzeugzustandsinformationen und den Informationen über den aktuellen Wert des variablen Reglerparameters berechnet eine Prozessoreinrichtung der Vorrichtung 210 unter Verwendung eines künstlichen neuronalen Netzwerks einen (geänderten) Sollwert für zumindest einen der variablen Reglerparameter des Reglers 220. Die Sollwerte für die Reglerparameter werden als Satz an Sollwerten für Reglerparameter 211 über eine zweite Schnittstelle an den Regler 220 ausgegeben. Abhängig von der Anzahl an variablen Reglerparametern des Reglers 220 wird ein Sollwert 211-1 für einen ersten Reglerparameter des Reglers 220 und optional weitere Sollwerte 211-2, 211-3, ..., 211-n für weitere Reglerparameter des Reglers 220 über die zweite Schnittstelle an diesen ausgegeben.

Anknüpfend an das obigen Beispiel der Kurvenfahrt, können Sollwerte für die Reglerparameter des Reglers 220 berechnet werden, so dass der Regler 220 des Spurhalteassistentensystem das Fahrzeug in kommenden Kurven eher auf der kurveninneren Seite der Fahrspur führen wird. Ähnlich kann z.B. eine Positionierung des Fahrzeugs durch den Regler 220 des Spurhalteassistentensystems bei Geradeausfahrt eingestellt werden. Das heißt, es kann eingestellt werden, ob das Fahrzeug eher links, mittig oder eher rechts in der Fahrspur geführt werden soll.

Der Regler 220 empfängt die berechneten Sollwerte für die Reglerparameter über eine dritte Schnittstelle und eine Prozessoreinheit des Reglers 220 stellt die variablen Reglerparameter auf den jeweiligen Sollwert ein. Die Regelung durch das Spurhalteassistentensystem kann somit an die Bedürfnisse des Benutzers des Fahrzeugs angepasst werden.

Wie bereits oben angedeutet, können sowohl die Vorrichtung 210 als auch der Regler 220 ausgebildet sein, zu prüfen, ob die von der Vorrichtung 210 berechneten Sollwerte für die Reglerparameter von jeweiligen erlaubten Wertebereichen umfasst sind. Auf diese Weise kann sichergestellt werden, dass der Regler 220 nur mit Parametersätzen arbeitet, die Robustheit und Stabilität des Reglers 220 gewährleisten.

Bezugszeichenliste

- 100 Verfahren zum Einstellen eines Reglers eines Fahrzeugs
- 102 Empfangen von Fahrzeugzustandsinformationen und von Informationen über einen aktuellen Wert des variablen Reglerparameters
- 104 Berechnen eines Sollwertes für den variablen Reglerparameter
- 106 Ausgeben des Sollwertes für den variablen Reglerparameter
- 200 Regelungssystem für ein Fahrzeug
- 201 Lenkradwinkel
- 202 Lenkradmoment
- 210 Vorrichtung zum Einstellen eines Reglers eines Fahrzeugs
- 211 Satz an Sollwerten für Reglerparameter
 - 211-1 Sollwert für ersten Reglerparameter
 - 211-2 Sollwert für zweiten Reglerparameter
 - 211-3 Sollwert für dritten Reglerparameter
 - 211-n Sollwert für n-ten Reglerparameter
- 220 Regler
- 221 Satz an Ausgabewerten des Reglers
 - 221-1 erster Ausgabewert des Reglers
 - 221-2 zweiter Ausgabewert des Reglers
 - 221-3 dritter Ausgabewert des Reglers
 - 221-4 n-ter Ausgabewert des Reglers
- 222 zusätzliches Moment für elektrische Hilfskraftlenkung
- 230 Kamera
- 240 Straßendaten und Informationen über eine momentane Position des Fahrzeugs
- 250 elektrische Hilfskraftlenkung

Patentansprüche

1. Verfahren (100) zum Einstellen eines Reglers eines Fahrzeugs, wobei der Regler zumindest einen variablen Reglerparameter umfasst, und wobei das Verfahren Folgendes umfasst:
 - Empfangen (102) von Fahrzeugzustandsinformationen und von Informationen über einen aktuellen Wert des variablen Reglerparameters;
 - Berechnen (104), unter Verwendung eines künstlichen neuronalen Netzwerks, eines Sollwertes für den variablen Reglerparameter auf Basis der Fahrzeugzustandsinformationen und der Informationen über den aktuellen Wert des variablen Reglerparameters; und
 - Ausgeben (106) des Sollwertes für den variablen Reglerparameter.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei ein erlaubter Wertebereich für den variablen Reglerparameter vorbestimmt ist, und wobei das Berechnen (104) des Sollwertes für den variablen Reglerparameter ferner umfasst:
 - Prüfen, ob der berechnete Sollwert für den variablen Reglerparameter von dem Wertebereich umfasst ist; und
 - falls der berechnete Sollwert für den variablen Reglerparameter nicht von dem Wertebereich umfasst ist, Ändern des berechneten Sollwertes für den variablen Reglerparameter auf einen Wert aus dem erlaubten Wertebereich, der einen geringsten Abstand von dem berechneten Sollwert für den variablen Reglerparameter aufweist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, wobei das Verfahren ferner umfasst:
 - Empfangen des Sollwertes für den variablen Reglerparameter durch den Regler; und

- Einstellen des variablen Reglerparameters auf den Sollwert für den variablen Reglerparameter durch den Regler.
4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei ein erlaubter Wertebereich für den variablen Reglerparameter vorbestimmt ist, und wobei das Verfahren ferner umfasst:
- Prüfen durch den Regler, ob der berechnete Sollwert für den variablen Reglerparameter von dem Wertebereich umfasst ist; und
 - falls der berechnete Sollwert für den variablen Reglerparameter nicht von dem Wertebereich umfasst ist, Einstellen des variablen Reglerparameters durch den Regler auf einen Wert aus dem erlaubten Wertebereich, der einen geringsten Abstand von dem berechneten Sollwert für den variablen Reglerparameter aufweist.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Fahrzeugzustandsinformationen eine Abweichung eines Ist-Wertes von einem Sollwert der von dem Regler geregelten Größe und / oder einen Lenkradwinkel und / oder ein Lenkradmoment und / oder eine Stellung eines Fahrzeugpedals und / oder eine Geschwindigkeit des Fahrzeugs und / oder eine Position des Fahrzeugs innerhalb einer Fahrspur umfassen.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Verfahren ferner ein Empfangen von Informationen über einen Benutzer des Fahrzeugs umfasst, und wobei das Berechnen (104) des Sollwertes für den variablen Reglerparameter ferner auf den Informationen über den Benutzer des Fahrzeugs basiert.
7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei die Informationen über den Benutzer des Fahrzeugs eine Fahrzeugeinstellung des Benutzers und / oder ein Lenkcharakteristik des Benutzers und / oder eine Pedalcharakteristik des Benutzers umfassen.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Verfahren ferner ein Empfangen von Straßendaten und Informationen über eine momentane Position des Fahrzeugs umfasst, und wobei das Berechnen (104) des Sollwertes für den variablen

Reglerparameter ferner auf den Straßendaten und den Informationen über die momentane Position des Fahrzeugs basiert.

9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei die Straßendaten einen Radius einer Kurve und / oder eine Länge einer Kurve umfassen.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Regler ein Regler eines Fahrerassistenzsystems ist.
11. Vorrichtung (210) zum Einstellen eines Reglers eines Fahrzeugs, wobei der Regler zumindest einen variablen Reglerparameter umfasst, und wobei die Vorrichtung Folgendes umfasst:
 - eine erste Schnittstelle, die eingerichtet ist, Fahrzeugzustandsinformationen und Informationen über einen aktuellen Wert des variablen Reglerparameters zu empfangen;
 - eine Prozessoreinheit, die eingerichtet ist, unter Verwendung eines künstlichen neuronalen Netzwerks einen Sollwert für den variablen Reglerparameter auf Basis der Fahrzeugzustandsinformationen und der Informationen über den aktuellen Wert des variablen Reglerparameters zu berechnen; und
 - eine zweite Schnittstelle, die eingerichtet ist, den Sollwert für den variablen Reglerparameter auszugeben.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, wobei ein erlaubter Wertebereich für den variablen Reglerparameter vorbestimmt ist, und wobei die Prozessoreinheit ferner eingerichtet ist:
 - zu prüfen, ob der berechnete Sollwert für den variablen Reglerparameter von dem Wertebereich umfasst ist; und
 - falls der berechnete Sollwert für den variablen Reglerparameter nicht von dem Wertebereich umfasst ist, den berechneten Sollwert für den variablen Reglerparameter auf einen Wert aus dem erlaubten Wertebereich zu ändern, der einen geringsten Abstand von dem berechneten Sollwert für den variablen Reglerparameter aufweist.

13. Regelungssystem (200) für ein Fahrzeug, umfassend:
- eine Vorrichtung (210) zum Einstellen eines Reglers eines Fahrzeugs gemäß Anspruch 11 oder Anspruch 12; und
 - einen Regler (220) mit zumindest einem variablen Reglerparameter, der mit der Vorrichtung gekoppelt ist, wobei der Regler Folgendes umfasst:
 - eine dritte Schnittstelle, die ausgebildet ist, den Sollwert für den variablen Reglerparameter zu empfangen; und
 - eine Prozessoreinheit, die eingerichtet ist, den variablen Reglerparameter auf den Sollwert für den variablen Reglerparameter einzustellen.
14. Regelungssystem nach Anspruch 13, wobei ein erlaubter Wertebereich für den variablen Reglerparameter vorbestimmt ist, und wobei die Prozessoreinheit des Reglers (220) ferner eingerichtet ist:
- zu prüfen, ob der berechnete Sollwert für den variablen Reglerparameter von dem Wertebereich umfasst ist; und
 - falls der berechnete Sollwert für den variablen Reglerparameter nicht von dem Wertebereich umfasst ist, den variablen Reglerparameter auf einen Wert aus dem erlaubten Wertebereich einzustellen, der einen geringsten Abstand von dem berechneten Sollwert für den variablen Reglerparameter aufweist.
15. Regelungssystem nach Anspruch 14, wobei der Regler (220) eine vierte Schnittstelle umfasst, und wobei die vierte Schnittstelle eingerichtet ist, Informationen, dass der berechnete Sollwert für den variablen Reglerparameter nicht von dem Wertebereich umfasst ist, an die Vorrichtung (210) zu senden, falls der berechnete Sollwert für den variablen Reglerparameter nicht von dem Wertebereich umfasst ist.

1/2

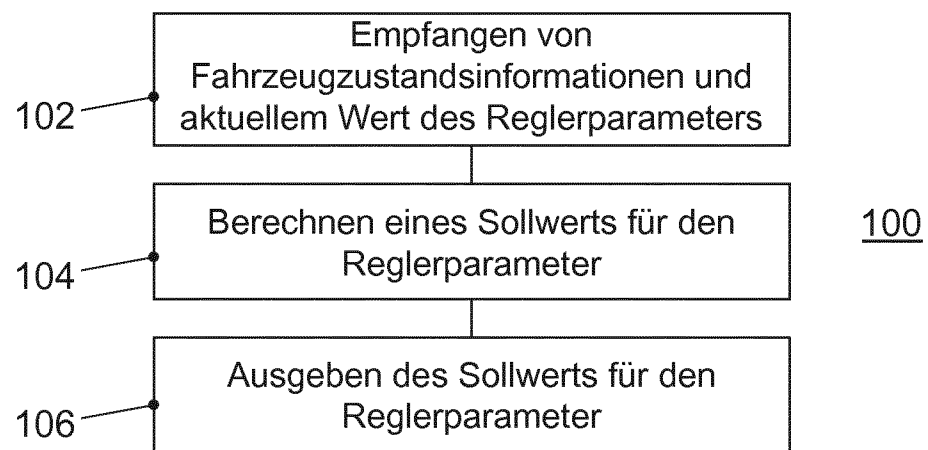


FIG. 1

2/2

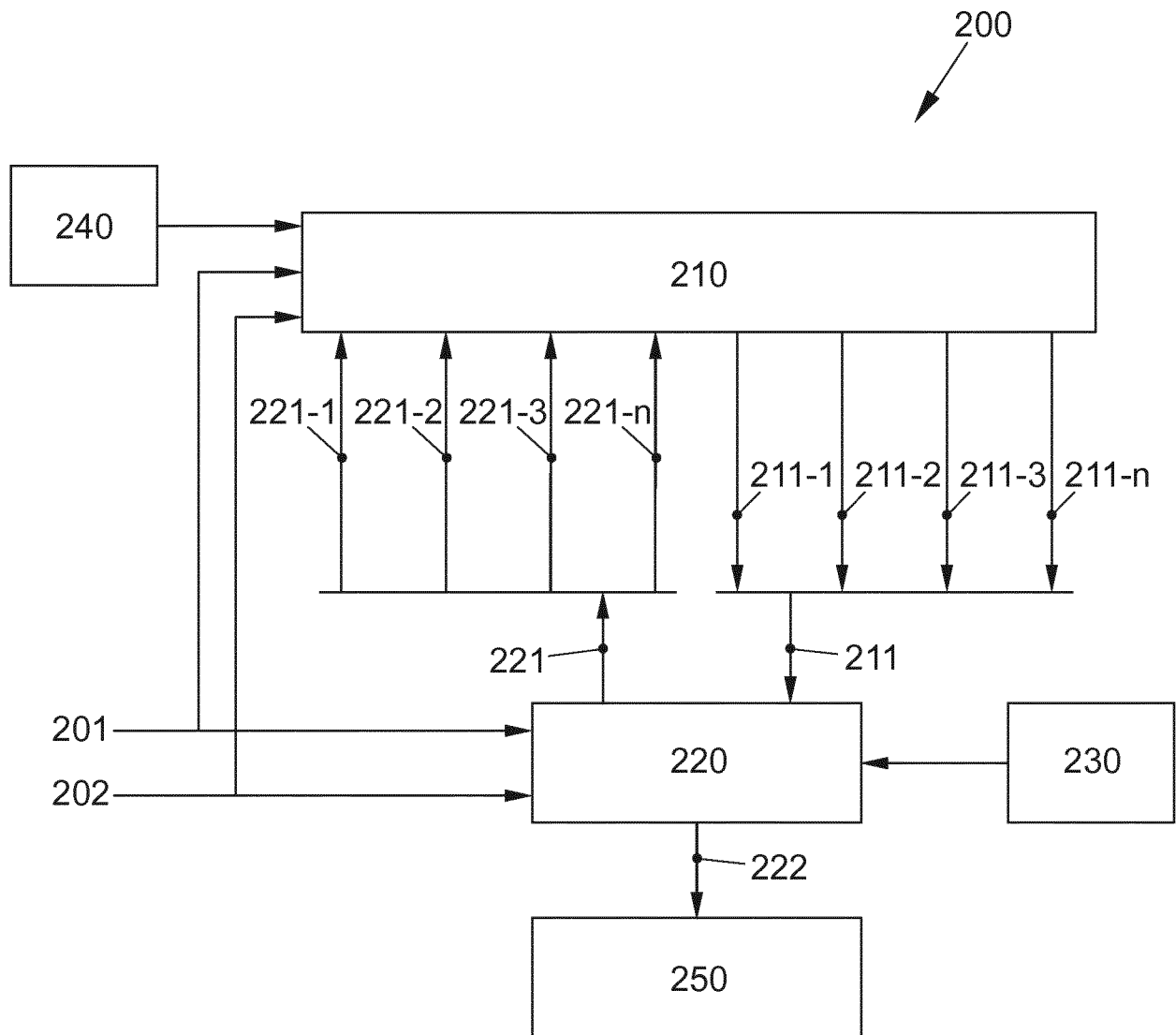


FIG. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/056826

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B60W30/02 B60W30/12 B60W50/00
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B60W

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 10 2014 009415 A1 (MAN TRUCK & BUS AG [DE]) 24 December 2015 (2015-12-24) abstract; figure 1 paragraphs [0009], [0014], [0015], [0016], [0019], [0022], [0025], [0030] - [0056]	1-15
A	US 5 895 435 A (OHTA TAKASHI [JP] ET AL) 20 April 1999 (1999-04-20) abstract; figures 1,6,7,9, 51,55 column 3, line 7 - column 5, line 34 column 25, lines 21-54 column 26, lines 34-48 column 68, lines 8-58 column 69, lines 45-65 ----- -/-	2,4,12, 14



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

5 July 2017

Date of mailing of the international search report

24/07/2017

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Elbel, Benedikte

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2017/056826

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 10 2013 210941 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 18 December 2014 (2014-12-18) paragraphs [0006], [0018], [0048] - [0050], [0057], [0058] -----	6,7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/056826

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102014009415 A1	24-12-2015	DE 102014009415 A1	24-12-2015
		EP 2974943 A2	20-01-2016

US 5895435 A	20-04-1999	NONE	

DE 102013210941 A1	18-12-2014	DE 102013210941 A1	18-12-2014
		EP 2813408 A1	17-12-2014
		JP 2015000722 A	05-01-2015
		US 2014371981 A1	18-12-2014

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B60W30/02 B60W30/12 B60W50/00 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B60W		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2014 009415 A1 (MAN TRUCK & BUS AG [DE]) 24. Dezember 2015 (2015-12-24) Zusammenfassung; Abbildung 1 Absätze [0009], [0014], [0015], [0016], [0019], [0022], [0025], [0030] - [0056]	1-15
A	US 5 895 435 A (OHTA TAKASHI [JP] ET AL) 20. April 1999 (1999-04-20) Zusammenfassung; Abbildungen 1,6,7,9, 51,55 Spalte 3, Zeile 7 - Spalte 5, Zeile 34 Spalte 25, Zeilen 21-54 Spalte 26, Zeilen 34-48 Spalte 68, Zeilen 8-58 Spalte 69, Zeilen 45-65 ----- -/-	2,4,12, 14
☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
5. Juli 2017		24/07/2017
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Elbel, Benedikte

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2013 210941 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 18. Dezember 2014 (2014-12-18) Absätze [0006], [0018], [0048] - [0050], [0057], [0058] -----	6,7

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/056826

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102014009415 A1	24-12-2015	DE 102014009415 A1	24-12-2015
		EP 2974943 A2	20-01-2016

US 5895435 A	20-04-1999	KEINE	

DE 102013210941 A1	18-12-2014	DE 102013210941 A1	18-12-2014
		EP 2813408 A1	17-12-2014
		JP 2015000722 A	05-01-2015
		US 2014371981 A1	18-12-2014
