



(19)
 Bundesrepublik Deutschland
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 49 882 A1** 2005.05.25

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 49 882.6**
 (22) Anmeldetag: **25.10.2003**
 (43) Offenlegungstag: **25.05.2005**

(51) Int Cl.7: **B60K 31/00**

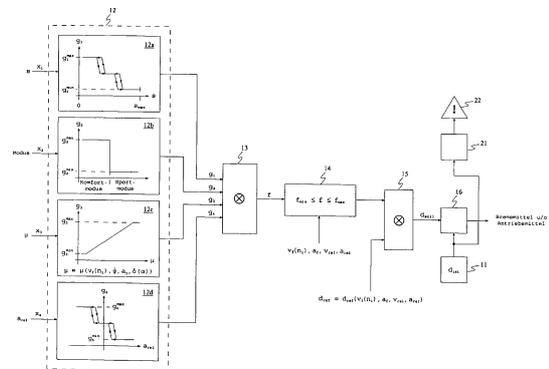
(71) Anmelder:
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
Linden, Thomas, Dipl.-Ing., 75397 Simmozheim, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur Abstandsregelung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Abstandsregelung eines Fahrzeugs, wobei ein Istwert (d_{ist}) einer Abstandsgröße, die einen Abstand zwischen dem Fahrzeug und einem vorausfahrenden Fahrzeug beschreibt, ermittelt wird. Weiterhin werden in Abhängigkeit von Eingangsgrößen (x_i), die die Fahrsituation des Fahrzeugs und/oder die Umgebungssituation des Fahrzeugs und/oder das Fahrverhalten des Fahrers beschreiben, mehrere Gewichtungswerte (g_i) für die Abstandsgröße ermittelt. Aus den Gewichtungswerten wird wiederum ein Sollwert (d_{soll}) für die Abstandsgröße ermittelt, wobei Bremsmittel und/oder Antriebsmittel des Fahrzeugs derart angesteuert werden, dass der ermittelte Istwert (d_{ist}) der Abstandsgröße den ermittelten Sollwert (d_{soll}) einnimmt. Erfindungsgemäß werden die Gewichtungswerte (g_i) zur Ermittlung des Sollwerts (d_{soll}) der Abstandsgröße miteinander multipliziert.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Abstandsregelung eines Fahrzeugs, wobei ein Istwert einer Abstandsgröße, die einen Abstand zwischen dem Fahrzeug und einem vorausfahrenden Fahrzeug beschreibt, ermittelt wird. Weiterhin werden in Abhängigkeit von Eingangsgrößen, die die Fahrsituation des Fahrzeugs und/oder die Umgebungssituation des Fahrzeugs und/oder das Fahrverhalten des Fahrers beschreiben, mehrere Gewichtungswerte für die Abstandsgröße ermittelt. Aus den Gewichtungswerten wird wiederum ein Sollwert für die Abstandsgröße ermittelt, wobei Bremsmittel und/oder Antriebsmittel des Fahrzeugs derart angesteuert werden, dass der ermittelte Istwert der Abstandsgröße den ermittelten Sollwert einnimmt.

Stand der Technik

[0002] Eine derartige Vorrichtung zur Abstandsregelung geht aus der Druckschrift DE 199 43 611 A1 hervor. Die Vorrichtung ermittelt einen Sollabstand zu einem vorausfahrenden Fahrzeug, wobei die Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs durch Eingriffe in den Motorantrieb und/oder die Bremse des Fahrzeugs derart geregelt wird, dass der Abstand zwischen Fahrzeug und vorausfahrendem Fahrzeug den ermittelten Sollabstand einnimmt. Damit auch bei ungünstigen Wetter- und Helligkeitsverhältnissen ein sicherer, d.h. ausreichend großer Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug eingehalten wird, werden in Abhängigkeit von Eingangsgrößen, die die Fahrgeschwindigkeit, die Sichtweite, den Straßenzustand, die Scheibenwischeraktivität und den Schaltzustand von Nebelleuchten und Scheinwerfern beschreiben, Gewichtungswerte ermittelt, die umso größere positive Werte annehmen, je ungünstiger die durch die Eingangsgrößen beschriebenen Wetter- und Helligkeitsverhältnisse sind. Die Gewichtungswerte stellen gemäß eines dargestellten Ausführungsbeispiels dimensionslose Relativwerte dar, die zu einem gemeinsamen Faktor aufaddiert werden, entsprechend dem der Sollabstand im Falle ungünstiger Wetter- und Helligkeitsverhältnisse vergrößert wird. Nachteilig ist, dass sich aufgrund der Addition der stets positiven Gewichtungswerte ein hoher Gewichtungswert, der sich beispielsweise infolge ungünstiger Wetterverhältnisse ergibt, nicht durch einen niedrigen Gewichtungswert, der sich beispielsweise infolge günstiger Helligkeitsverhältnisse ergibt, kompensieren lässt, sodass der Sollabstand und damit der Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug unter Umständen unangemessen große Werte annimmt.

Aufgabenstellung

[0003] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Verfahren bzw. eine Vorrichtung der eingangs genannten Art derart weiterzubilden, dass ein

der Fahrsituation des Fahrzeugs und/oder der Umgebungssituation des Fahrzeugs und/oder dem Fahrverhalten des Fahrers angemessener Sollwert für die Abstandsgröße ermittelt wird.

[0004] Diese Aufgabe wird gemäß den Merkmalen des Patentanspruchs 1 bzw. des Patentanspruchs 7 gelöst.

[0005] Beim erfindungsgemäßen Verfahren zur Abstandsregelung eines Fahrzeugs wird ein Istwert einer Abstandsgröße, die einen Abstand zwischen dem Fahrzeug und einem vorausfahrenden Fahrzeug beschreibt, ermittelt. Weiterhin werden in Abhängigkeit von Eingangsgrößen, die die Fahrsituation des Fahrzeugs und/oder die Umgebungssituation des Fahrzeugs und/oder das Fahrverhalten des Fahrers beschreiben, mehrere Gewichtungswerte für die Abstandsgröße ermittelt. Aus den Gewichtungswerten wird wiederum ein Sollwert für die Abstandsgröße ermittelt, wobei Bremsmittel und/oder Antriebsmittel des Fahrzeugs derart angesteuert werden, dass der ermittelte Istwert der Abstandsgröße den ermittelten Sollwert einnimmt. Zur Ermittlung des Sollwerts der Abstandsgröße werden die Gewichtungswerte miteinander multipliziert, sodass sich bei entsprechender Vorgabe der Werteintervalle, innerhalb derer die Gewichtungswerte liegen, ein der Fahrsituation des Fahrzeugs und/oder der Umgebungssituation des Fahrzeugs und/oder dem Fahrverhalten des Fahrers angemessener Sollwert für die Abstandsgröße ermitteln lässt. Der Anschaulichkeit halber soll vorausgesetzt werden, dass ein hoher Gewichtungswert einem hohen Sollwert und ein niedriger Gewichtungswert einem niedrigen Sollwert entspricht. So kann aufgrund der multiplikativen Verknüpfung ein hoher Gewichtungswert (> 1) durch einen niedrigen Gewichtungswert (< 1) kompensiert werden und umgekehrt. Auf diese Weise lassen sich sowohl unangemessen große als auch unangemessen kleine Sollwerte der Abstandsgröße verhindern.

[0006] Die zur Beschreibung der Fahrsituation des Fahrzeugs und/oder der Umgebungssituation des Fahrzeugs und/oder des Fahrverhaltens des Fahrers herangezogenen Eingangsgrößen umfassen insbesondere eine oder mehrere der folgenden Größen:

- die Scheibenwischeraktivität, die Fahrtgeschwindigkeit und Beschleunigung des Fahrzeugs, die Relativgeschwindigkeit und Relativbeschleunigung zwischen Fahrzeug und vorausfahrendem Fahrzeug,
- den Fahrbahnverlauf, die Fahrbahneigung, die Fahrbahnbeschaffenheit, geltende Fahrtgeschwindigkeitsbegrenzungen, die in Fahrzeugumgebung vorliegenden Wetter- und Helligkeitsverhältnisse, die Außentemperatur,
- das Fahrkönnen des Fahrers, den Fahrertyp, und die Betätigung eines zur fahrerseitigen Beeinflussung der Antriebsmittel vorgesehenen Fahr-

pedals.

[0007] Vorteilhafte Ausführungen des erfindungsgemäßen Verfahrens gehen aus den Unteransprüchen hervor.

[0008] Vorteilhafterweise wird zur exakten Ermittlung des Sollwerts der Abstandsgröße das geometrische Mittel der Gewichtungswerte gebildet. Die Ermittlung des geometrischen Mittels kann auf Basis einer leicht zu berechnenden Reihentwicklung erfolgen, wobei die Ermittlungsgenauigkeit umso größer ist, je größer die Anzahl der berücksichtigten Reihenglieder ist.

[0009] Um zu verhindern, dass die ermittelten Gewichtungswerte zu übermäßig großen bzw. übermäßig kleinen Sollwerten für die Abstandsgröße führen, werden die multiplizierten Gewichtungswerte auf einen vorgegebenen Wertebereich eingeschränkt. Der Wertebereich ist hierbei durch Vorgabe eines oberen und unteren Grenzwerts für die multiplizierten Gewichtungswerte definiert, wobei die Grenzwerte in Abhängigkeit von Fahrzustandsgrößen, die den Fahrzustand des Fahrzeugs beschreiben, vorgegeben werden.

[0010] Zur einfachen Ermittlung des Sollwerts der Abstandsgröße können die multiplizierten Gewichtungswerte mit einem geeigneten Referenzwert für die Abstandsgröße multipliziert werden, wobei der Referenzwert ebenfalls in Abhängigkeit von Fahrzustandsgrößen, die den Fahrzustand des Fahrzeugs beschreiben, vorgegeben wird.

[0011] Die erwähnten Fahrzustandsgrößen umfassen beispielsweise eine Fahrtgeschwindigkeitsgröße, die die Fahrtgeschwindigkeit des Fahrzeugs beschreibt, und/oder eine Beschleunigungsgröße, die die Beschleunigung bzw. Verzögerung des Fahrzeugs beschreibt, und/oder eine Relativgeschwindigkeitsgröße, die die Relativgeschwindigkeit zwischen Fahrzeug und vorausfahrendem Fahrzeug beschreibt, und/oder eine Relativbeschleunigungsgröße, die die Relativbeschleunigung bzw. Relativverzögerung des Fahrzeugs zum vorausfahrenden Fahrzeug beschreibt.

[0012] Die Ermittlung des Referenzwerts und der Grenzwerte erfolgt vorzugsweise derart, dass der Sollwert der Abstandsgröße einen gegebenen Höchst- bzw. Mindestwert nicht über- bzw. unterschreitet. Der Höchstwert ist im wesentlichen durch die maximale Reichweite von Sensormitteln, die zur Ermittlung des Istwerts der Abstandsgröße vorgesehen sind, gegeben, während sich der Mindestwert aus einem aus Sicherheitsgründen nicht zu unterschreitenden Mindestabstand zum vorausfahrenden Fahrzeug ergibt, der einerseits so gering wie möglich ist und der andererseits auch bei einer Vollbremsung

des vorausfahrenden Fahrzeugs dem Fahrer die Möglichkeit gibt, das Fahrzeug sicher und kollisionsfrei in den Stillstand abzubremsen, wobei neben den Fahrzustandsgrößen zusätzlich Verzögerungsgrößen, die die Reaktionszeit des Fahrers („Schrecksekunde“) und/oder die aufgrund des Lüftungsspiels verursachte Totzeit der Bremsmittel des Fahrzeugs beschreiben, mitberücksichtigt werden. Bei den Sensormitteln handelt es sich beispielsweise um Radar- oder Ultraschallsensoren, wie sie in gängigen Abstandsregelsystemen Verwendung finden. Die Reichweite dieser Sensormittel beträgt je nach Ausführung und verwendetem Frequenzbereich zwischen 30 und 200 Metern.

[0013] Um den Fahrer auf ein allzu dichtes Auffahren auf das vorausfahrende Fahrzeug bzw. auf das Vorliegen einer Auffahrgefahr hinzuweisen, besteht die Möglichkeit, eine Fahrerwarnung an den Fahrer des Fahrzeugs in Form optischer und/oder akustischer Signale ausgegeben, falls der ermittelte Istwert der Abstandsgröße den durch den unteren Grenzwert der multiplizierten Gewichtungswerte gegebenen Sollwert der Abstandsgröße, also den Mindestwert der Abstandsgröße unterschreitet. Dem Fahrer bleibt dann noch ausreichend Zeit, um geeignete Gegenmaßnahmen, beispielsweise durch Betätigung der Bremsmittel des Fahrzeugs, zu ergreifen.

Ausführungsbeispiel

[0014] Das erfindungsgemäße Verfahren bzw. die erfindungsgemäße Vorrichtung wird im folgenden anhand der beigefügten Zeichnungen näher beschrieben. Dabei zeigen:

[0015] [Fig. 1](#) die schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens, und

[0016] [Fig. 2](#) ein schematisch dargestelltes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

[0017] In [Fig. 1](#) ist ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Abstandsregelung eines Fahrzeugs dargestellt, wobei in einem ersten Hauptschritt **11** ein Istwert d_{ist} einer Abstandsgröße, die einen Abstand zwischen dem Fahrzeug und einem vorausfahrenden Fahrzeug beschreibt, ermittelt wird. Gleichzeitig werden in Teilschritten **12a** bis **12d**, die Teil eines zweiten Hauptschritts **12** sind, in Abhängigkeit von Eingangsgrößen $x_{i,j=1...4}$, die die Fahrsituation des Fahrzeugs und/oder die Umgebungssituation des Fahrzeugs und/oder das Fahrverhalten des Fahrers beschreiben, mehrere Gewichtungswerte $g_{i,j=1...4}$ für die Abstandsgröße ermittelt.

[0018] Beispielsgemäß handelt es sich bei einer ersten Eingangsgröße x_1 um eine Größe, die eine vom Fahrer hervorgerufene Fahrpedalauslenkung s

eines nicht abgebildeten Fahrpedals, das zur fahrerseitigen Beeinflussung von Antriebsmitteln des Fahrzeugs vorgesehen ist, beschreibt. Bei plötzlichem Eintreten einer Auffahrgefahr auf ein vorausfahrendes Fahrzeug reagiert der Fahrer intuitiv mit einer Verringerung der Fahrpedalauslenkung s , in der Absicht, den Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug auf einen sicheren Wert zu vergrößern. Umgekehrt erwartet der Fahrer bei Vergrößerung der Fahrpedalauslenkung s intuitiv eine Verringerung des Abstands zum vorausfahrenden Fahrzeug. Der erste Gewichtungswert g_1 ist daher umso größer, je größer die vom Fahrer hervorgerufene Fahrpedalauslenkung s ist, was im ersten Teilschritt **12a** durch Verwendung einer entsprechenden funktionalen Abhängigkeit zwischen erstem Gewichtungswert g_1 und Fahrpedalauslenkung s Eingang findet. Die funktionale Abhängigkeit weist hierzu beispielsweise den dargestellten stufenförmigen Verlauf auf, wobei anstelle eines stufenförmigen Verlaufs natürlich auch jeder andere Verlauf denkbar ist, der zum gewünschten Ergebnis führt. Beim bevorzugten Ausführungsbeispiel weisen die Stufen des Verlaufs gemäß dem ersten Teilschritt **12a** jeweils eine Hysterese auf.

[0019] Bei einer zweiten Eingangsgröße x_2 handelt es sich um eine Größe, die das Fahrkönnen des Fahrers charakterisiert. Das Fahrkönnen wird beispielsweise vom Fahrer des Fahrzeugs an einem im Fahrzeug angeordneten Bedienelement an- bzw. vorgegeben, wobei der Fahrer zwischen einem „Komfortmodus“ und einem „Sportmodus“ wählen kann. Der zweite Gewichtungswert g_2 ist im Falle des „Komfortmodus“ größer als im „Sportmodus“, was im zweiten Teilschritt **12b** bei der Ermittlung des zweiten Gewichtungswerts g_2 durch Verwendung einer entsprechenden funktionalen Abhängigkeit zwischen zweitem Gewichtungswert g_2 und gewähltem Modus berücksichtigt wird. Beispielsgemäß wird die funktionale Abhängigkeit durch eine Sprungfunktion beschrieben. Es versteht sich, dass auch mehr als zwei wählbare Modi vorgesehen sein können. Weiterhin ist auch eine fahrerunabhängige Abschätzung des Fahrkönnens durch Auswertung geeigneter Größen, beispielsweise durch Auswertung der maximal auftretenden Beschleunigungen bzw. Verzögerungen a_f des Fahrzeugs oder der Betätigungsgeschwindigkeit von zur Beeinflussung der Längs- und Querdynamik des Fahrzeugs vorgesehenen Bedienelementen vorstellbar.

[0020] Weiterhin handelt es sich bei einer dritten Eingangsgröße x_3 um eine Größe, die den Straßenzustand, also den Reibwert μ zwischen der Fahrbahnoberfläche und den Rädern des Fahrzeugs charakterisiert. Der dritte Gewichtungswert g_3 nimmt tendenziell mit geringer werdendem Reibwert μ zu, was im dritten Teilschritt **12c** in Form einer entsprechenden funktionalen Abhängigkeit zwischen drittem Gewichtungswert g_3 und Reibwert μ Berücksichtigung

findet. Der Reibwert μ wird beispielsweise auf Basis einer ermittelten Fahrtgeschwindigkeitsgröße, die die Fahrtgeschwindigkeit v_f des Fahrzeugs beschreibt, und/oder einer ermittelten Gierratengröße, die die Gierrate $\dot{\psi}$ des Fahrzeugs beschreibt, und/oder einer ermittelten Querbeschleunigungsgröße, die die auf das Fahrzeug wirkende Querbeschleunigung a_y beschreibt, und/oder einer Lenkwinkelgröße, die den an lenkbaren Rädern des Fahrzeugs eingestellten Lenkwinkel δ beschreibt, bestimmt. Alternativ wird der Reibwert μ lediglich geschätzt, wozu die Scheibenwischeraktivität und/oder die Außentemperatur ausgewertet wird.

[0021] Bei einer vierten Eingangsgröße x_4 schließlich handelt es sich um eine Größe, die das Beschleunigungsverhalten des vorausfahrenden Fahrzeugs relativ zum eigenen Fahrzeug beschreibt, also beispielsweise eine Relativbeschleunigungsgröße, die die Relativbeschleunigung bzw. Relativverzögerung a_{rel} des Fahrzeugs zum vorausfahrenden Fahrzeug beschreibt. Der vierte Gewichtungswert g_4 wird hierbei umso größer bzw. kleiner, je größer die Beschleunigung bzw. Verzögerung des vorausfahrenden Fahrzeugs relativ zum eigenen Fahrzeug ist, was im vierten Teilschritt **12d** durch Verwendung einer entsprechenden funktionalen Abhängigkeit zwischen viertem Gewichtungswert und Relativbeschleunigung bzw. Relativverzögerung a_{rel} berücksichtigt wird. Die funktionale Abhängigkeit weist beispielsweise den dargestellten stufenförmigen Verlauf auf, wobei anstelle eines stufenförmigen Verlaufs natürlich auch jeder andere Verlauf möglich ist.

[0022] Analog zum ersten Teilschritt weisen die Stufen des im vierten Teilschritt **12d** dargestellten Verlaufs ebenfalls jeweils eine Hysterese auf. Durch die Hysterese wird vermieden, dass bereits geringfügige Schwankungen der Eingangsgröße g_1 bzw. g_4 im Bereich einer der Sprungstellen des stufenförmigen Verlaufs zu einem ständigen hin- und herwechseln zwischen zwei benachbarten Stufenniveaus des Gewichtungswerts x_1 bzw. x_4 führen, was letztlich ein äußerst unruhiges Abstandsverhalten des Fahrzeugs zum vorausfahrenden Fahrzeug aufgrund des sich ständig verändernden Sollwerts der Abstandsgröße zur Folge hätte.

[0023] Die Gewichtungswerte $g_{i,i=1...4}$ stellen im vorliegenden Ausführungsbeispiel dimensionslose Faktoren dar, die innerhalb vorgegebener Wertebereiche liegen, wobei die Wertebereiche jeweils durch Vorgabe einer oberen Intervallgrenze $g_{i,i=1...4}^{max}$ und einer unteren Intervallgrenze $g_{i,i=1...4}^{min}$ definiert sind. Größenordnungsmäßig gilt beispielsweise $g_{i,i=1...4}^{max} \approx 1,0 \dots 1,5$ und $g_{i,i=1...4}^{min} \approx 0,5 \dots 1,0$, wobei der genaue Wert der Intervallgrenzen $g_{i,i=1...4}^{max}$, $g_{i,i=1...4}^{min}$ von der jeweiligen Eingangsgröße $x_{i,i=1...4}$ abhängt.

[0024] Die genauen funktionalen Abhängigkeiten

zwischen den Gewichtungswerten $g_{i,i=1...4}$ und den Eingangsgrößen $x_{i,i=1...4}$ werden, ebenso wie die jeweils zugehörigen Werteintervalle bzw. Intervallgrenzen, auf Basis von theoretischen Untersuchungen und/oder Simulationen und/oder Fahrversuchen ermittelt.

[0025] In einem dritten Hauptschritt **13** werden die zuvor ermittelten Gewichtungswerte $g_{i,i=1...4}$ multiplikativ zu einem Verknüpfungswert f für die Abstandsgröße verknüpft,

$$f \propto \prod_{i=1...4} g_i ,$$

wobei es sich bei der multiplikativen Verknüpfung vorzugsweise um das geometrische Mittel der Gewichtungswerte $g_{i,i=1...4}$ handelt,

$$f \propto \sqrt[4]{\prod_{i=1...4} g_i} .$$

[0026] Anschließend wird der Verknüpfungswert f in einem vierten Hauptschritt **14** auf einen vorgegebenen Wertebereich eingeschränkt. Der Wertebereich ist durch Vorgabe eines oberen Grenzwerts f_{\max} und eines unteren Grenzwerts f_{\min} für den Verknüpfungswert f definiert, wobei die Grenzwerte f_{\max} , f_{\min} in Abhängigkeit von Fahrzustandsgrößen, die den Fahrzustand des Fahrzeugs beschreiben, vorgegeben werden. Größenordnungsmäßig gilt beispielsweise $f_{\max} \approx 1,75$ und $f_{\min} \approx 0,25$.

[0027] Zur Ermittlung des Sollwerts d_{soll} der Abstandsgröße wird der gegebenenfalls begrenzte Verknüpfungswert f in einem fünften Hauptschritt **15** mit einem geeigneten Referenzwert d_{ref} der Abstandsgröße multipliziert, wobei der Referenzwert d_{ref} ebenfalls in Abhängigkeit von Fahrzustandsgrößen, die den Fahrzustand des Fahrzeugs beschreiben, vorgegeben wird. In Abwandlung zur dargestellten Ausführung kann anstatt der Begrenzung des Verknüpfungswerts f auch ein Begrenzung des Sollwerts d_{soll} der Abstandsgröße erfolgen.

[0028] Bei den Fahrzustandsgrößen handelt es sich beispielsweise um eine Fahrtgeschwindigkeitsgröße, die die Fahrtgeschwindigkeit v_f des Fahrzeugs beschreibt, und/oder eine Beschleunigungsgröße, die die Beschleunigung bzw. Verzögerung a_f des Fahrzeugs beschreibt, und/oder eine Relativgeschwindigkeitsgröße, die die Relativgeschwindigkeit v_{rel} zwischen Fahrzeug und vorausfahrenden Fahrzeug beschreibt, und/oder eine Relativbeschleunigungsgröße, die die Relativbeschleunigung bzw. Relativverzögerung a_{rel} des Fahrzeugs zum vorausfahrenden Fahrzeug beschreibt.

[0029] Die Ermittlung des Referenzwerts d_{ref} und der Grenzwerte f_{\max} , f_{\min} erfolgt vorzugsweise derart, dass der Sollwert d_{soll} der Abstandsgröße einen ge-

gebenen Höchst- bzw. Mindestwert nicht über- bzw. unterschreitet. Der Höchstwert ist im wesentlichen durch die maximale Reichweite von Sensormitteln, die zur Ermittlung des Istwerts d_{ist} der Abstandsgröße vorgesehen sind, gegeben, während sich der Mindestwert aus einem aus Sicherheitsgründen nicht zu unterschreitenden Mindestabstand zum vorausfahrenden Fahrzeug ergibt, der einerseits so gering wie möglich ist und der andererseits auch bei einer Vollbremsung des vorausfahrenden Fahrzeugs dem Fahrer die Möglichkeit gibt, das Fahrzeug sicher und kollisionsfrei in den Stillstand abzubremsen, wobei neben den Fahrzustandsgrößen zusätzlich auf Erfahrungswerten basierende Verzögerungszeitgrößen, die die Reaktionszeit des Fahrers („Schrecksekunde“) und/oder die aufgrund des Lüftungsspiels verursachte Totzeit von Bremsmitteln des Fahrzeugs beschreiben, mitberücksichtigt werden.

[0030] In einem sechsten Hauptschritt **16** werden schließlich die Bremsmittel und/oder die Antriebsmittel des Fahrzeugs derart angesteuert, dass der ermittelte Istwert d_{ist} der Abstandsgröße den ermittelten Sollwert d_{soll} einnimmt. Dies erfolgt in Form einer Regelung bzw. Steuerung, wobei die Differenz, d.h. die Abweichung zwischen dem Istwert d_{ist} und dem Sollwert d_{soll} der Abstandsgröße eine Steuer- bzw. Regelgröße zur Ansteuerung der Bremsmittel und/oder der Antriebsmittel bildet.

[0031] Um den Fahrer auf ein allzu dichtes Auffahren auf das vorausfahrende Fahrzeug bzw. auf das Vorliegen einer Auffahrgefahr hinzuweisen, wird in einem zweiten Nebenschritt **22** eine Fahrerwarnung an den Fahrer des Fahrzeugs in Form optischer und/oder akustischer Signale ausgegeben, falls in einem vorhergehenden ersten Nebenschritt **21** festgestellt wird, dass der ermittelte Istwert d_{ist} der Abstandsgröße den durch den unteren Grenzwert f_{\min} des Verknüpfungswerts f gegebenen Sollwert d_{soll} der Abstandsgröße, also den Mindestwert der Abstandsgröße unterschreitet.

[0032] [Fig. 2](#) zeigt ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Abstandsregelung eines Fahrzeugs. Die Vorrichtung umfasst neben den zur Erfassung des Abstands zwischen Fahrzeug und vorausfahrendem Fahrzeug vorgesehenen Sensormitteln **30** eine Auswerteeinheit **31**, der die Abstandssignale der Sensormittel **30** zugeführt werden. Bei den Sensormitteln **30** handelt es sich beispielsweise um Radar- oder Ultraschallsensoren, wie sie in gängigen Abstandsregelsystemen Verwendung finden. Gleichzeitig ermittelt die Auswerteeinheit **31** auf Basis der Eingangsgrößen $x_{i,i=1...4}$ die Gewichtungswerte $g_{i,i=1...4}$ der Abstandsgröße. Die zur Ermittlung der Gewichtungswerte $g_{i,i=1...4}$ benötigten funktionalen Abhängigkeiten sind hierbei in der Auswerteeinheit **31** abgelegt.

[0033] Die zur Ermittlung des ersten Gewichtungswerts g_1 herangezogene Fahrpedalauslenkung s liegt in Form eines Sensorsignals vor, das von einem mit dem Fahrpedal **32** zusammenwirkenden Fahrpedalsensor **34** bereitgestellt und der Auswerteeinheit **31** zugeführt wird.

[0034] Weiterhin erfasst die Auswerteeinheit **31** zur Ermittlung des zweiten Gewichtungswerts g_2 den Schaltzustand des zur Vorgabe des Fahrkönnens vorgesehenen Bedienelements **35**, das die Auswahl zwischen dem „Komfortmodus“ und dem „Sportmodus“ erlaubt. Das Bedienelement **35** ist vorzugsweise menügesteuert in eine vorhandene Kombimeneü-einheit implementiert.

[0035] Zur Ermittlung des dritten Gewichtungswerts g_3 auf Basis des Straßenzustands, also des Reibwerts μ , wertet die Auswerteeinheit **31** die Signale von Raddrehzahlsensoren **40**, die die Raddrehzahlen $n_{i,j=1...4}$ der Räder des Fahrzeugs erfassen, und/oder eines Gierratensensors **41**, der die Gierrate ψ des Fahrzeugs erfasst, und/oder eines Querb-schleunigungssensors **42**, der die auf das Fahrzeug wirkende Querb-schleunigung a_y erfasst, und/oder eines Lenkradwinkelsensors **43**, der den Lenkradwinkel α eines Lenkrads **44**, das zur fahrerseitigen Beeinflussung des Lenkwinkels δ vorgesehen ist, erfasst, aus. Aus den erfassten Raddrehzahlen $n_{i,j=1...4}$ lässt sich insbesondere die Fahrtgeschwindigkeits-größe bzw. die durch die Fahrtgeschwindigkeits-größe beschriebene Fahrtgeschwindigkeit v_f des Fahrzeugs ableiten. Sowohl Gierratensensor **41** als auch Querb-schleunigungssensor **42** können Teil eines im Fahrzeug vorhandenen Elektronischen Stabilitäts-Programms (ESP) sein. Alternativ kann die Auswerteeinheit **31** den Reibwert μ durch Auswertung der Signale eines zur Erfassung der Scheibenwis-scheraktivität vorgesehenen Scheibenwis-schersensors **45** und/oder eines zur Erfassung der Außentem-peratur vorgesehenen Temperatursensors **46** ab-schätzen.

[0036] Die zur Ermittlung der vierten Gewichtungswerts g_4 herangezogene Relativbeschleunigung bzw. Relativverzögerung a_{rel} schließlich ergibt sich durch zweifache zeitliche Ableitung oder entsprechende Gradientenbildung der von den Sensormitteln **30** zur Verfügung gestellten Abstandssignale.

[0037] Die in Abhängigkeit der Eingangsgrößen $x_{i,j=1...4}$ ermittelten Gewichtungswerte $g_{i,j=1...4}$ werden von der Auswerteeinheit **31** multiplikativ zum Verknüpfungswert f für die Abstandsgröße verknüpft, da-nach auf den durch den oberen und unteren Grenz-wert f_{min}, f_{max} definierten Wertebereich eingeschränkt und schließlich zur Ermittlung des Sollwerts d_{soll} für die Abstandsgröße mit dem vorgegebenen Referenz-wert d_{ref} der Abstandsgröße multipliziert.

[0038] Nach erfolgter Ermittlung des Sollwerts d_{soll} der Abstandsgröße steuert die Auswerteeinheit **31** die zur Abbremsung des Fahrzeugs vorgesehenen Bremsmittel **50** und/oder die Antriebsmittel **33** derart an, dass der ermittelte Istwert d_{ist} der Abstandsgröße den ermittelten Sollwert d_{soll} einnimmt. Die Auswerteeinheit **31** wirkt hierzu mit einer Antriebsmittelsteue-rung **51** zur Ansteuerung der Antriebsmittel **33** und mit einer Bremsmittelsteuerung **52** zur Ansteuerung der Bremsmittel **50** zusammen, wobei es sich bei den Antriebsmitteln **33** unter anderem um Motor, Getriebe und Kupplung des Fahrzeugs und bei den Bremsmit-teln **50** beispielsweise um hydraulisch oder pneuma-tisch betätigte Radbremseinrichtungen handelt.

[0039] Zur Ausgabe der Fahrerwarnung sind opti-sche und/oder akustische Signalgeber **53** vorgese-hen, die von der Auswerteeinheit **31** angesteuert wer-den, falls der ermittelte Istwert d_{ist} der Abstandsgröße den durch den unteren Grenzwert f_{min} des Verknüp-fungswerts f gegebenen Sollwert d_{soll} der Abstands-größe, also den Mindestwert der Abstandsgröße un-terschreitet.

[0040] Eine Aktivierung bzw. Deaktivierung der Vor-richtung erfolgt beispielsweise über einen Schalter **54**, der mit der Auswerteeinheit **31** verbunden ist und der menügesteuert in eine vorhandene Kombimeneü-einheit implementiert sein kann. Daneben ist es auch vorstellbar, die Vorrichtung fahrerunabhängig zu deaktivieren, falls ein Fahrerwunsch auf Abbremsung des Fahrzeugs festgestellt wird, wozu die Auswerteeinheit **31** die Signale eines Bremspedalsensors **55** auswertet, der eine vom Fahrer hervorgerufene Bremspedalauslenkung **1** eines zur fahrerseitigen Beeinflussung der Bremsmittel **50** vorgesehenen Bremspedals **56** erfasst.

[0041] Die zur Verwirklichung des Verfahrens bzw. der Vorrichtung notwendigen Sensoren sind in der Regel im Fahrzeug vorhanden, sodass sich die erfin-dungsgemäße Abstandsregelung nicht nur kosten-günstig bei Neufahrzeugen, sondern auch nachträg-lich in bereits vorhandene Abstandsregelsysteme nachrüsten lässt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Abstandsregelung eines Fahrzeugs, bei dem ein Istwert (d_{ist}) einer Abstandsgröße, die einen Abstand zwischen dem Fahrzeug und einem vorausfahrenden Fahrzeug beschreibt, ermittelt wird, und bei dem in Abhängigkeit von Eingangsgrößen (x_i), die die Fahrsituation des Fahrzeugs und/oder die Umgebungssituation des Fahrzeugs und/oder das Fahrverhalten des Fahrers beschreiben, mehrere Gewichtungswerte (g_i) für die Abstandsgröße ermittelt werden, aus denen wiederum ein Sollwert (d_{soll}) für die Abstandsgröße ermittelt wird, wobei Bremsmittel (**50**) und/oder Antriebsmittel

(33) des Fahrzeugs derart angesteuert werden, dass der ermittelte Istwert (d_{ist}) der Abstandsgröße den ermittelten Sollwert (d_{soll}) der Abstandsgröße einnimmt, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Ermittlung des Sollwerts (d_{soll}) der Abstandsgröße die Gewichtungswerte (g_i) miteinander multipliziert werden.

kennzeichnet, dass die Auswerteeinheit (31) zur Ermittlung des Sollwerts (d_{soll}) der Abstandsgröße die Gewichtswerte (g_i) miteinander multipliziert.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zur Ermittlung des Sollwerts (d_{soll}) der Abstandsgröße das geometrische Mittel der Gewichtungswerte (g_i) gebildet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die multiplizierten Gewichtungswerte (g_i) zur Ermittlung des Sollwerts (d_{soll}) der Abstandsgröße auf einen vorgegebenen Wertebereich eingeschränkt werden.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Wertebereich durch Vorgabe eines oberen und unteren Grenzwerts (f_{max} , f_{min}) für die multiplizierten Gewichtungswerte (g_i) definiert ist, wobei die Grenzwerte (f_{max} , f_{min}) in Abhängigkeit von Fahrzustandsgrößen, die den Fahrzustand des Fahrzeugs beschreiben, vorgegeben werden.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die multiplizierten Gewichtungswerte (g_i) zur Ermittlung des Sollwerts (d_{soll}) der Abstandsgröße mit einem vorgegebenen Referenzwert (d_{ref}) für die Abstandsgröße multipliziert werden, wobei der Referenzwert (d_{ref}) in Abhängigkeit von Fahrzustandsgrößen, die den Fahrzustand des Fahrzeugs beschreiben, vorgegeben wird.

6. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass eine Fahrerwarnung an den Fahrer des Fahrzeugs ausgegeben wird, falls der ermittelte Istwert (d_{ist}) der Abstandsgröße den durch den unteren Grenzwert (f_{min}) der multiplizierten Gewichtungswerte (g_i) gegebenen Sollwert (d_{soll}) der Abstandsgröße unterschreitet.

7. Vorrichtung zur Abstandsregelung eines Fahrzeugs, bei der eine Auswerteeinheit (31) einen Istwert (d_{ist}) einer Abstandsgröße ermittelt, die einen Abstand zwischen dem Fahrzeug und einem vorausfahrenden Fahrzeug beschreibt, und bei der die Auswerteeinheit (31) in Abhängigkeit von Eingangsgrößen (x_i), die die Fahrsituation des Fahrzeugs und/oder die Umgebungssituation des Fahrzeugs und/oder das Fahrverhalten des Fahrers beschreiben, mehrere Gewichtungswerte (g_i) für die Abstandsgröße ermittelt, aus denen die Auswerteeinheit (31) wiederum einen Sollwert (d_{soll}) für die Abstandsgröße ermittelt, wobei die Auswerteeinheit (31) Bremsmittel (50) und/oder Antriebsmittel (33) des Fahrzeugs derart ansteuert, dass der ermittelte Istwert (d_{ist}) der Abstandsgröße den ermittelten Sollwert (d_{soll}) der Abstandsgröße einnimmt, dadurch ge-

Anhängende Zeichnungen

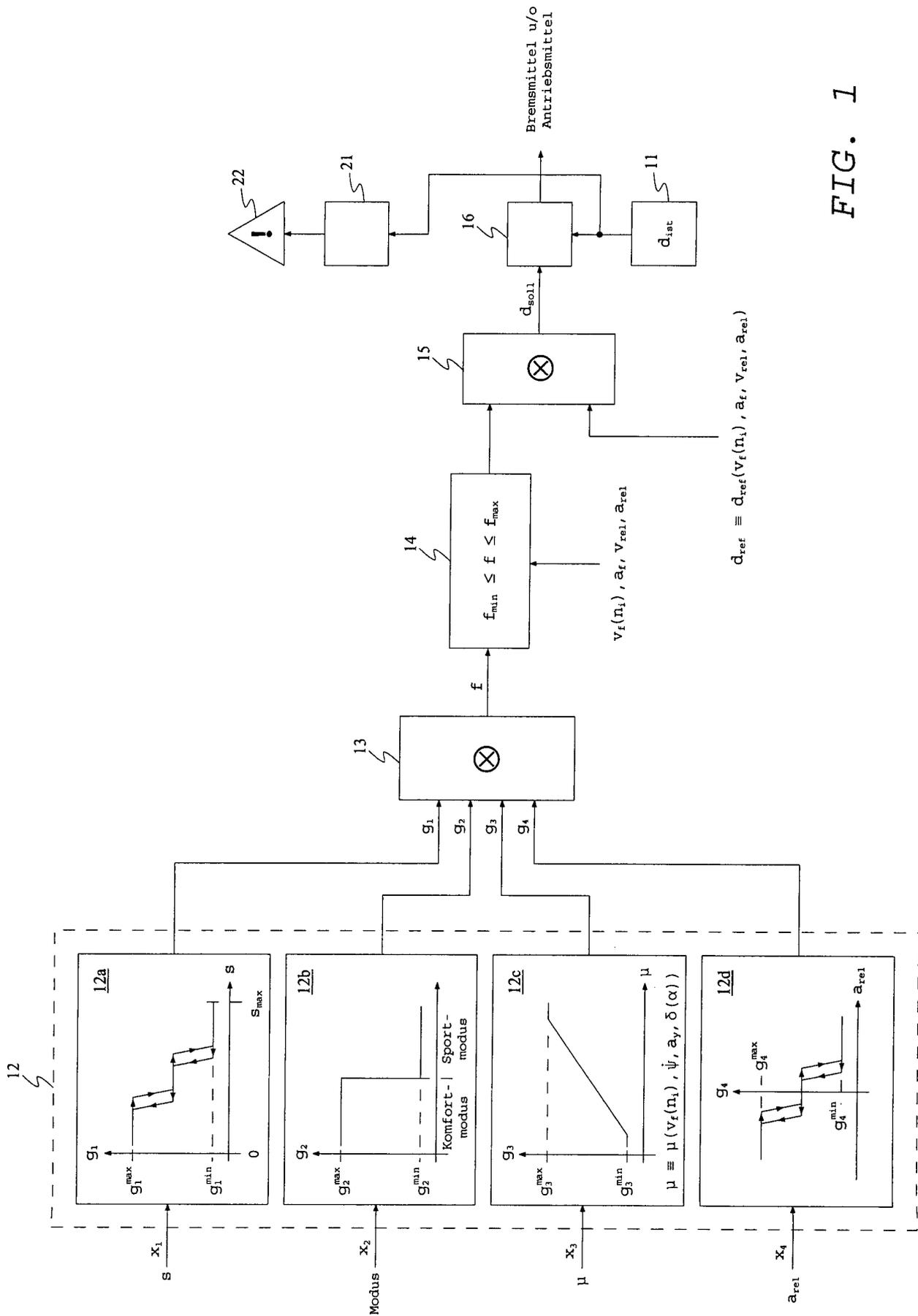


FIG. 1

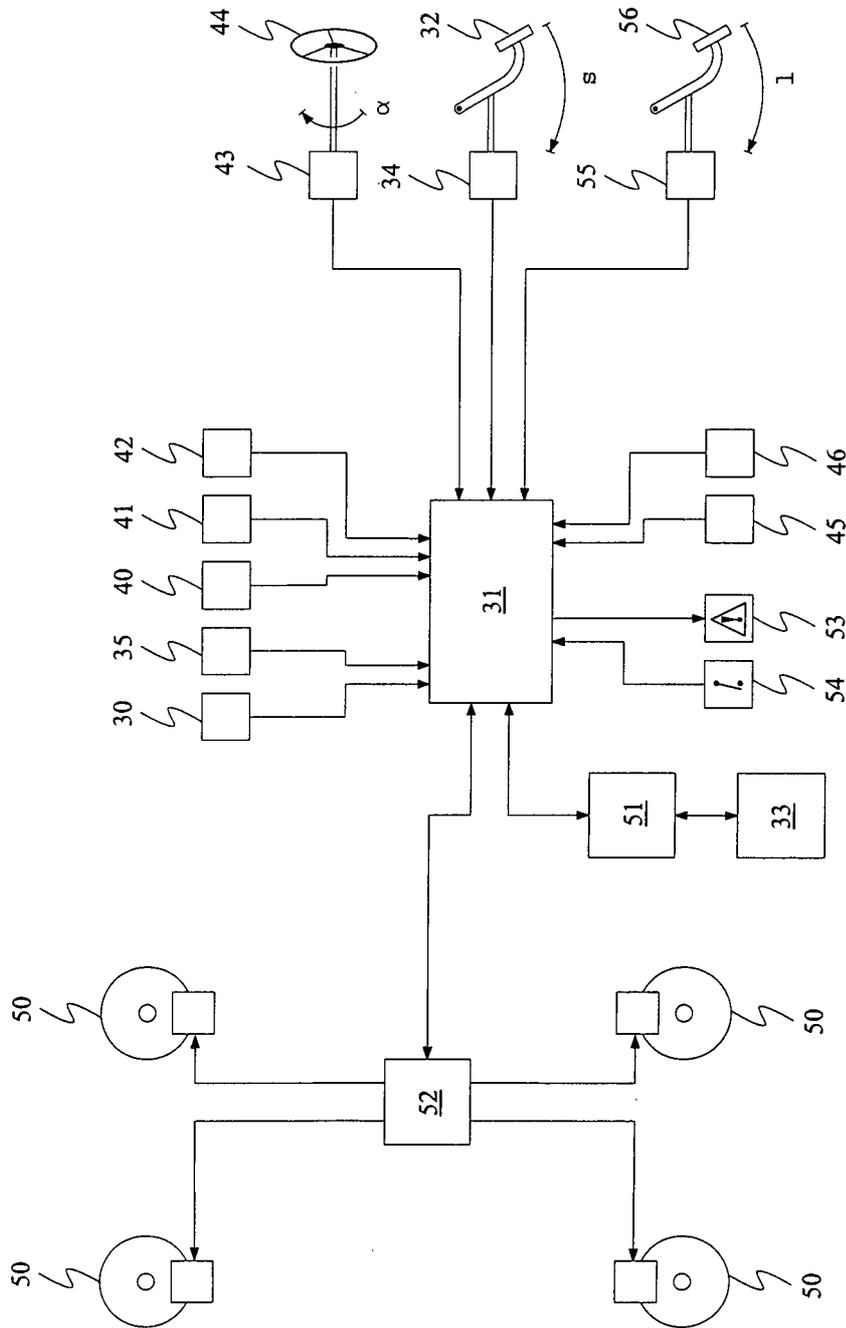


FIG. 2