



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2005 012 456 A1** 2006.01.26

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 012 456.9**

(22) Anmeldetag: **18.03.2005**

(43) Offenlegungstag: **26.01.2006**

(51) Int Cl.⁸: **B62D 37/00** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

10/807,088 23.03.2004 US

(71) Anmelder:

Continental Teves, Inc., Auburn Hills, Mich., US

(74) Vertreter:

Grau, U., Dipl.-Ing., Pat.-Ass., 63303 Dreieich

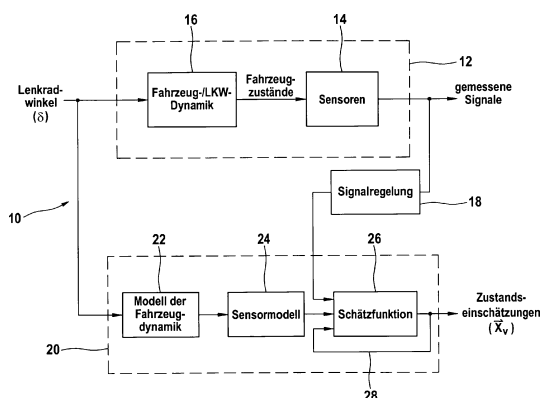
(72) Erfinder:

**Bauer, Geoffrey Burke, Nothville, Mich., US;
Lehmann, Kurt Stouffer, Clarkston, Mich., US;
Hildebrand, Brian L., Goodrich, Mich., US;
Schumann, Clinton, Royal Oak, Mich., US**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Ermittlung eines Fahrzeugzustands**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein System und ein Verfahren zur Einschätzung des Fahrzeugzustands. Das System umfasst mindestens zwei Sensoren, die am Fahrzeug montiert sind. Die Sensoren erzeugen Signale über die gemessenen Fahrzeugzustände, welche der Fahrzeugdynamik entsprechen. Der Signalregler überträgt die gemessenen Zustandsdaten des Fahrzeugs von einem Sensor-Koordinatensystem an ein Fahrzeug-Koordinatensystem, das dem Fahrzeug zugewiesen ist. Ein Filter empfängt die umgewandelten gemessenen Fahrzeugzustände vom Signalregler und verarbeitet die gemessenen Signale in Zustandsschätzungen des Fahrzeugs, wie z. B. die Quergeschwindigkeit, die Gierrate, den Kippwinkel und die Neigungsrate des Fahrzeugs.



Beschreibung

HINTERGRUND

[0001] Die Erfindung betrifft ein System und ein Verfahren zur Ermittlung von Fahrzeugzuständen. In der letzten Zeit hat man Fahrdynamikregelungen in Kraftfahrzeugen eingeführt, um den Zustand von Fahrzeugen zu ermitteln und die Fahrzeugdynamik auf der Basis des ermittelten Fahrzeugzustands zu regeln. So vergleichen beispielsweise bestimmte Fahrdynamikregelungen, die als Regelungssysteme bekannt sind, die gewünschte Fahrtrichtung des Fahrzeugs auf der Basis des Lenkradeinschlags, der Fahrtrichtung und anderer Eingaben und regeln die Gierbewegung des Fahrzeugs durch Regelung der Bremskraft an den verschiedenen Rädern des Fahrzeugs. Durch die Regulierung des Bremsmoments, das auf jedes Rad ausgeübt wird, kann die gewünschte Fahrtrichtung beibehalten werden. Handelsübliche Beispiele für derartige Systeme sind als Fahrdynamikregelung (DSC) oder elektronisches Stabilitätsprogramm (ESP) bekannt.

Stand der Technik

[0002] Andere Systeme ermitteln Fahrzeugmerkmale, um ein Überschlagen des Fahrzeugs zu vermeiden und ein Kippen (oder Kurvenschlingern) zu regeln. Durch die Kippregelung wird das Fahrzeug in einer Ebene oder fast in einer Ebene parallel zur Fahrbahn gehalten. Durch die Überschlagregelung werden die Fahrzeugräder auf der Fahrbahn gehalten. Bei bestimmten Systemen kommt eine Kombination aus Gier- und Kippregelung zum Einsatz, um das Fahrzeug bei einer Kurvenfahrt in der horizontalen Ebene zu halten. Handelsübliche Beispiele für derartige Systeme sind als aktiver Überschlagschutz (ARP) und aktive Stabilitätskontrolle (RSC) bekannt.

[0003] Normalerweise kommen bei diesen Systemen, die hier insgesamt als dynamische Stabilitätskontrollsysteme bezeichnet werden, spezielle Sensoren zum Einsatz, die die Gier- oder Kippbewegung des Fahrzeugs messen. Gier- und Neigungsratensensoren sind jedoch teuer. Daher wäre es wünschenswert, einen allgemeinen Sensor einsetzen zu können, um einen beliebigen Fahrzeugzustand zu messen, d.h. ein Sensor, der nicht unbedingt nur die Kipp- oder Gierbewegung des Fahrzeugs misst.

Aufgabenstellung

KURZE ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0004] Im allgemeinen umfasst die Erfindung ein System und ein Verfahren zur Ermittlung des Fahrzeugzustands. Das System umfasst mindestens zwei Sensoren, die im Fahrzeug montiert sind. Die Sensoren erzeugen Messsignale, die dem dynamischen Zustand des Fahrzeugs entsprechen. Ein Signalregler oder Signalaufbereiter überträgt die gemessenen Fahrzeugzustände von einem Sensor-Koordinatensystem auf ein Fahrzeug-Koordinatensystem um, das dem Fahrzeug zugeordnet ist. Ein Filter empfängt die umgewandelten gemessenen Fahrzeugzustände vom Signalregler und verarbeitet die gemessenen Signale in Zustandsermittlungen, wie zum Beispiel die Quergeschwindigkeit, die Gierrate, den Kippwinkel und die Neigungsrate des Fahrzeugs.

[0005] Der Filter kann auch ein Modell der Fahrzeugdynamik und ein Modell der Sensoren umfassen, sodass die Zustandseinschätzungen auf den umgewandelten gemessenen Signalen und den Modellen der Fahrzeugdynamik und Sensoren beruhen. Der Filter kann ebenso eine Ermittlungseinheit mit einem Algorithmus umfassen, der die umgeformten gemessenen Fahrzeugzustände und die Fahrzeugdynamik- und Sensormodelle verarbeitet und die Zustandseinschätzungen erzeugt.

[0006] Die vorliegende Erfindung ermöglicht die Ermittlung eines Fahrzeugzustands mit unterschiedlichen Sensortypen, die nicht so teuer sind wie spezielle Neigungs- oder Gierratensensoren. Bei den Sensoren kann es sich beispielsweise um lineare Beschleunigungsmesser handeln. Bei einigen Ausführungen kann es jedoch wünschenswert sein, einen Drehratensensor zusammen mit linearen Beschleunigungsmessern einzusetzen. Andere Merkmale und Vorteile ergeben sich aus den folgenden Zeichnungen, detaillierten Beschreibungen und Ansprüchen.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0007] [Fig. 1](#) stellt ein Blockdiagramm der Verarbeitung der Fahrzeugzustände entsprechend der Erfindung dar.

[0008] [Fig. 2](#) stellt eine allgemeine Sensoranordnung zur Ermittlung der Fahrzeugzustände dar.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

[0009] Entsprechend einer Ausführung der Erfindung beschreibt [Fig. 1](#) ein System **10**, das den Zustand eines Fahrzeugs ermittelt, welches als Block **12** angegeben wird. Im Einzelnen umfasst das System **10** mehrere Sensoren **14**, die Signale messen, welche Teile enthalten, die sich auf die Komponenten der Fahrzeugzustände der Fahrzeugdynamik **16** beziehen und beispielsweise produziert werden, wenn der Lenkwinkel **6** geändert wird.

[0010] System **10** umfasst auch einen Signalaufbereiter oder -regler **18**, der gemessene Signale von den Sensoren **14** empfängt, und einen Filter **20**, der die geregelten Signale vom Signalregler **18** empfängt. In bestimmten Ausführungen handelt es sich bei dem Filter **20** um einen Kalman-Filter, der ein Fahrzeugdynamikmodell **22** und ein Sensorenmodell **24** umfasst. Diese Modelle werden im folgenden detailliert beschrieben.

[0011] Der Signalregler **18** und das Sensormodell **24**, das das Fahrzeugdynamikmodell **22** umfasst, stellt Eingabewerte für eine Ermittlungseinheit **26** zur Verfügung. Ein Algorithmus mit einer Rückkopplungsschleife **28** wird in die Ermittlungseinheit **26** aufgenommen, um die umgewandelten Signale mit den Fahrzeugdynamikmodellen und den Sensoren zu verarbeiten. Die Ermittlungseinheit **26** gibt die Zustandsermittlungen x_v wieder. Die Ermittlungen des Fahrzeugzustands können den Kippwinkel, die Neigungsrate, die Gierrate und die Querbesehleunigung sowie andere Fahrzeugzustände umfassen.

[0012] In einigen Ausführungen messen die Sensoren **14** die lineare Besehleunigung an einer bestimmten Stelle, an der der Sensor am Fahrzeug montiert ist. Wenn sich die Sensoren nicht in einer rechtwinklig zur betreffenden Achse liegenden Ebene befinden, enthalten die gemessenen Werte Abweichungen, die sich proportional zu den Drehraten um andere Achsen verhalten. Wenn die Messachsen der Sensoren nicht zusammenfallen, so enthalten die gemessenen Werte ebenfalls Abweichungen, die sich proportional zu der Drehbesehleunigung um andere Achsen verhalten. Wenn außerdem die Messachsen der Sensoren nicht zusammenfallen und nicht entlang einer Fahrzeugbezugsachse montiert sind, enthalten die gemessenen Werte einmalige Schwerkraftabweichungen, die von der Differenz zwischen dem Montagewinkel der Sensoren und dem Gesamtneigungswinkel des Fahrzeugs abhängen.

[0013] Um diesen Abweichungen zu begegnen, kann eine allgemeine Ausführung des Systems **10** eingesetzt werden, wie in [Fig. 2](#) vorgesehen. Hier befinden sich die Sensoren **14** (einzeln als S_1 und S_2 gekennzeichnet) in bekannten festen Positionen am Fahrzeug **12** und die Ausrichtung der Messachsen der Sensoren S_1 und S_2 ist bekannt und festgelegt. Im Einzelnen werden Position und Ausrichtung eines Sensors S_i durch die folgende Beziehung bestimmt:

$$P_i(x_i, y_i, z_i, \theta_i, X_i, \varphi_i) \quad (1)$$

wobei x_i, y_i, z_i die räumlichen Koordinaten des Sensors S_i , θ den Gierwinkel des Sensors, d.h. die Ausrichtung der Sensormessachse in der Ebene X_B, Y_B im Hinblick auf die X_B -Achse, X_i den Nickwinkel, d.h. die Ausrichtung der Sensormessachse im Hinblick auf die Ebene X_B, Y_B und φ_i den Neigungswinkel des Sensors darstellt, d.h. die Drehung um die entsprechende Messachse.

[0014] Die Sensoren S_i messen die lineare Besehleunigung im Punkt P_i , d.h. $\bar{a}_i = \bar{m}_i \cdot |m_i| = [a_{xi} \cdot a_{yi} \cdot a_{zi}]^T$, wobei \bar{m}_i dem Einheitsvektor entlang der Messachse und $|m_i|$ der Besehleunigungsgröße entlang der Messachse entspricht.

[0015] Da die von Sensor S_i gemessene Besehleunigung \bar{a}_i der Besehleunigung im Sensor-Koordinatensystem entspricht, werden die gemessenen Besehleunigungen in ein Fahrzeug-Koordinatensystem übertragen. In bestimmten Ausführungen wird angenommen, dass in einer Reihe von einzelnen Achsen-Besehleunigungsmessern jeder Besehleunigungsmesser eine Messachse besitzt, die als x_{sensor} -Achse bezeichnet wird. Dem-

entsprechend wird die Umrechnung vom Sensor-Koordinatensystem auf das Fahrzeug-Koordinatensystem durch den folgenden Ausdruck bestimmt

$$\bar{a}_i \times \overline{Body}_i = \bar{a}_i \begin{bmatrix} X_{body_i} \\ Y_{body_i} \\ Z_{body_i} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{x,body} \\ a_{y,body} \\ a_{z,body} \end{bmatrix} \quad (2)$$

wobei

$$\overline{Body}_i = \begin{bmatrix} x_{body_i} \\ y_{body_i} \\ z_{body_i} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \theta_i c \chi_i c - \theta_i s \phi_i c - \theta_i c \chi_i s \phi_i s & \theta_i s \phi_i s + \theta_i c \chi_i s \phi_i c \\ \theta_i s \chi_i c & \theta_i c \phi_i c + \theta_i s \chi_i s \phi_i s & -\theta_i c \phi_i s - \theta_i s \chi_i s \phi_i c \\ \chi_i s & \chi_i c \phi_i s & \chi_i c \phi_i c \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x_{sensor} \\ y_{sensor} \\ z_{sensor} \end{bmatrix}$$

wobei

$_c = \cos(_)$
 $_s = \sin(_)$
 $\theta_i = \text{Sensor_Gier_Winkel}$
 $\chi_i = \text{Sensor_Nick_Winkel}$
 $\phi_i = \text{Sensor_Neigungs_Winkel}$

und $[x_{sensor} \ y_{sensor} \ z_{sensor}]^T = [1 \ 0 \ 0]^T$, da x_{sensor} als Messachse für jeden der Beschleunigungsmesser in den einzelnen Achsen angesehen wird.

[0016] Wir weisen darauf hin, dass die Umwandlung in Gleichung (2) normalerweise im Signalregler **18** ([Fig. 1](#)) durchgeführt wird. Der Signalregler **18** kann auch einen DC-Abweichungsausgleich (DC = direct current = Gleichstrom) vorsehen, um die oben erwähnten Abweichungen zu kompensieren.

[0017] Was den Kalman-Filter **20** betrifft, so ist das Fahrzeugdynamikmodell **22** für einen Zustandsvektor

$$\bar{x}_v = [\dot{y}_v \ r_v \ \theta_v \ \dot{\theta}_v]^T \quad (3)$$

durch den Ausdruck

$$\bar{x}_v = A \bullet \bar{x}_v + B \bullet \bar{u} \quad (4)$$

gegeben,
wobei

$$\begin{bmatrix} \ddot{y}_v \\ \dot{r}_v \\ \dot{\theta}_v \\ \ddot{\theta}_v \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{C_F + C_R}{mu} & \frac{C_R b - C_R a}{mu} & -u & 0 & 0 \\ \frac{C_R b - C_F a}{I_z u} & \frac{-C_F a^2 + C_R b^2}{I_z u} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ -\frac{h}{I_x u} & \frac{h(C_R b - C_F a - mu^2)}{I_x} & -\frac{K}{I_x} & -\frac{C}{I_x} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{y}_v \\ r_v \\ \theta_v \\ \dot{\theta}_v \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{C_F}{m} & 0 \\ \frac{C_F a}{I_z} & 0 \\ 0 & 0 \\ \frac{C_F}{m} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \delta \\ g \end{bmatrix} \quad (5)$$

und wobei

\dot{y}_v	= Quergeschwindigkeit des Fahrzeugs
r	= Gierrate des Fahrzeugs
θ_v	= Kippwinkel des Fahrzeugs
$\dot{\theta}_v$	= Neigungsrate des Fahrzeugs
C_F	= Steifigkeit der Vorderachse bei Kurvenfahrt
C_R	= Steifigkeit der Hinterachse bei Kurvenfahrt
a	= Abstand vom Schwerpunkt zur Vorderachse
b	= Abstand vom Schwerpunkt zur Hinterachse
m	= Fahrzeugmasse
h	= Höhe des Schwerpunkts über der Kippachse
I_z	= Gier-Trägheitsmoment
I_x	= Kipp-Trägheitsmoment
C	= Fahrzeugkipphinderung
K	= Fahrzeugkippteifigkeit
u	= Fahrzeuggeschwindigkeit in Längsrichtung
δ	= Lenkwinkel der Reifen
g	= Schwerkraftbeschleunigung

$$\dot{*} = \frac{d}{dt} *$$

und

$$\ddot{*} = \frac{d^2}{dt^2} *$$

[0018] Wie beim Sensorenmodell **24** wird das Modell der seitlich angebrachten Sensoren durch folgenden Ausdruck definiert:

$$A_{y, meas} = \ddot{y}_v + \dot{r}_v d_{xtoYA} + \ddot{\theta}_v d_{ztoRA} + r_v u \quad (6)$$

[0019] Da $A_{y, meas} = a_{y, body}$ aus Gleichung (2), ergibt sich bei Austauschen der Ausdrücke für \ddot{y}_v , \dot{r}_v , $\ddot{\theta}_v$ und r_v aus Gleichung (5) in Gleichung (6) dementsprechend der Ausdruck

$$\begin{aligned} a_{y, body} &= \left[a_{11} \dot{y}_v + a_{12} r_v + \frac{C_F}{m} \delta \right] + \left[a_{21} y_v + a_{22} r_v + \frac{C_F a}{I_z} \delta \right] d_{xtoYA} \\ &+ \left[a_{41} \dot{y}_v + a_{42} r_v + a_{43} \theta_v + a_{44} + \dot{\theta}_v \frac{C_F}{m} \delta \right] d_{ztoRA} + r_v \bullet u \\ &= [a_{11} + a_{21} d_{xtoYA} + a_{41} d_{ztoRA}] \dot{y}_v \\ &+ [a_{12} + a_{22} d_{xtoYA} + a_{42} d_{ztoRA} + u] r_v \\ &+ [a_{43} d_{ztoRA}] \theta_v \\ &+ [a_{44} d_{ztoRA}] \dot{\theta}_v \\ &+ \left[\frac{C_F}{m} + \frac{C_F a}{I_z} d_{xtoYA} + \frac{C_F}{m} d_{ztoRA} \right] \delta \end{aligned} \quad (7)$$

wobei a_{kl} dem Element in der k-Reihe und l-Spalte der Matrix A, d_{xtoYA} dem Abstand eines Sensors entlang der X-Achse zur Gierachse ist, und d_{ztoRA} dem Abstand vom Sensor entlang der Z-Achse zu der Kippachse entspricht.

[0020] Das Modell für vertikal ausgerichtete Sensoren ist

$$A_{z,meas} = -g + \ddot{\theta}_v d_{ytoRA} \quad (8)$$

[0021] Daher ergibt sich aus den Gleichungen (2) und (5)

$$\begin{aligned} a_{z,body} = & -g + \left[a_{41} \dot{y}_v + a_{42} r_v + a_{43} \dot{\theta}_v + \frac{C_F}{m} \delta \right] d_{ytoRA} \\ = & \left[a_{41} d_{ytoRA} \right] \dot{y}_v \\ & + \left[a_{42} d_{ytoRA} \right] r_v \\ & + \left[a_{43} d_{ytoRA} \right] \dot{\theta}_v \\ & + \left[a_{44} d_{ytoRA} \right] \dot{\theta}_v \\ & + \left[\frac{C_F}{m} d_{ytoRA} \right] \delta \\ & + [-g] \end{aligned} \quad (9)$$

wobei d_{ytoRA} dem Abstand zur Kippachse entlang der Y-Achse entspricht.

[0022] Für Sensoren, die in Längsrichtung angeordnet sind, wird das Sensormodell durch den Ausdruck

$$A_{x,meas} = -\dot{r}_v d_{ytoYA} \quad (10)$$

in der Weise definiert, dass bei Verwendung der Gleichungen (2) und (5), Gleichung (10) folgendes ergibt

$$\alpha_{x,body} = \alpha_{21} d_{dytoYA} \dot{y}_v - \alpha_{22} d_{dytoYA} r_v - b_{21} d_{dytoYA} \delta \quad (11)$$

wobei d_{dytoYA} dem Abstand zur Gierachse entlang der Y-Achse entspricht und b_{21} dem Element in der zweiten Reihe und der ersten Spalte von Matrix B entspricht.

[0023] Der in der Ermittlungseinheit **26** implementierte Algorithmus verarbeitet die Ausdrücke der Gleichungen (7), (9) und (11) durch einen Filter (ein Ermittlungsalgorithmus), um die Schätzungen für den Zustandsvektor $\bar{x}_v = [\dot{y}_v, r_v, \theta_v, \dot{\theta}_v]^T$ zu erhalten.

[0024] Wir weisen darauf hin, dass die obige Erörterung darauf abzielt, eine Lösung für den Zustandsvektor \bar{x}_v in einem kontinuierlichen Zeitraum zu erhalten. Daher wird \bar{x}_v normalerweise nach dem folgenden Ausdruck diskretisiert

$$\bar{x}_v(k+1) = A_d \bar{x}_v(k) + B_d \bar{u}(k) \quad (12)$$

wobei k den k . Zeitschritt definiert und die Matrizen A und B nach den Annäherungen

$$A_d = I_n + \Delta_k \cdot A$$

und

$$B_d = \Delta_k : B$$

diskretisiert werden können,

wobei I_n die Identitätsmatrix der n -ten Ordnung ist, die in diesem Fall eine Identitätsmatrix der vierten Ordnung ist, und Δ_k dem Zeitschritt entspricht.

[0025] Obwohl die obige Ausführung auf einen Sensorsatz mit linearen Beschleunigungsmessern ausgerichtet ist, werden auch Hybrid-Sensorsätze in Betracht gezogen. In Fahrzeug **12** kann beispielsweise ein Drehratensensor verwendet werden und im „Kalman-Filter“-Gehäuse **20** kann ein Modell dieses Sensors verwendet werden. Insbesondere für einen Gierratensensor gilt das Modell $[0 \ 1 \ 0 \ 0]$, d.h. der Sensor misst die Gierrate

und sonst nichts.

[0026] Bei einer Stabilitätskontrolle, bei der die Messung von Gier- und Neigungsrate/-winkel von Nutzen ist, können daher vier Geschwindigkeitsmesser für die Sensoren **14** eingesetzt werden. Alternativ können bei einem Hybridsystem zwei Beschleunigungsmesser und ein Drehratensensor verwendet werden. Weitere Beispiele für Hybridsysteme umfassen unter anderem zwei seitlich und zwei vertikal angeordnete Beschleunigungsmesser; zwei seitlich, zwei in Längsrichtung und zwei vertikal angeordnete Beschleunigungsmesser; zwei seitlich angeordnete, zwei vertikal angeordnete Beschleunigungsmesser, sowie einen Drehratensensor.

[0027] Andere Ausführungen sind im Rahmen der Ansprüche gültig.

Legende zu Fig. 1:

Steering wheel angle	Lenkradwinkel
Car/Truck dynamics	Fahrzeug-/LKW-Dynamik
Vehicle states	Fahrzeugzustände
Sensors	Sensoren
measured signals	gemessene Signale
signal adjustment	Signalregelung
model of vehicle dynamics	Modell der Fahrzeugdynamik
model of sensors	Sensormodell
estimator	Schätzfunktion
State estimates	Zustandseinschätzungen

Patentansprüche

1. System zur Ermittlung eines Fahrzeugzustands, bestehend aus:
mindestens zwei Sensoren, die am Fahrzeug montiert werden, wobei die Sensoren Signale des gemessenen Fahrzeugzustands erzeugen, welche der Dynamik des Fahrzeugs entsprechen;
einem Signalregler, der die Signale des gemessenen Fahrzeugzustands von einem Sensor-Koordinatensystem an ein Fahrzeug-Koordinatensystem überträgt, das dem Fahrzeug zugeordnet ist; und
einem Filter, der die umgewandelten Messsignale vom Signalregler erhält und die Messsignale in Zustandsschätzungen für das Fahrzeug verarbeitet.
2. System nach Anspruch 1, wobei der Filter ein Modell der Fahrzeugdynamik und ein Modell der Sensoren umfasst und wobei die Zustandsschätzungen auf den umgewandelten Messsignalen und den Modellen der Fahrzeugdynamik und Sensoren beruhen.
3. System nach Anspruch 3, wobei der Filter eine Ermittlungseinheit umfasst und ein Algorithmus in die Ermittlungseinheit implementiert wird, um die umgewandelten Messsignale und Modelle der Fahrzeugdynamik und Sensoren zu verarbeiten und die Zustandsschätzungen zu erzeugen.
4. System nach Anspruch 1, wobei die Sensoren lineare Beschleunigungsmesser sind.
5. System nach Anspruch 1, wobei einer der Sensoren ein Drehratensensor ist.
6. System nach Anspruch 1, wobei die Sensoren zwei Beschleunigungsmesser umfassen, die Beschleunigungen in eine erste Richtung messen, und zwei Beschleunigungsmesser, die die Beschleunigung in eine zweite Richtung messen.
7. System nach Anspruch 6, wobei die Sensoren ferner zwei Beschleunigungsmesser umfassen, die Beschleunigungen in eine dritte Richtung messen.
8. System nach Anspruch 1, wobei die Sensoren zwei Beschleunigungsmesser umfassen, die die Querschleunigung messen und einen Sensor, der die Gierrate des Fahrzeugs misst.
9. System nach Anspruch 8, wobei die Sensoren zwei Beschleunigungsmesser umfassen, die die vertikale Beschleunigung des Fahrzeugs messen.
10. System nach Anspruch 1, wobei die Zustandsschätzungen sich auf die Quergeschwindigkeit, die Gier-

rate, den Kippwinkel und die Neigungsrate des Fahrzeugs beziehen.

11. System nach Anspruch 1, wobei der Signalregler außerdem Schwerpunktabweichungen im Zusammenhang mit den Sensoren ausgleicht.

12. Verfahren zur Ermittlung eines Fahrzeugzustands, bestehend aus:
der Erzeugung von Signalen über den gemessenen Fahrzeugzustand, die der Dynamik des Fahrzeugs entsprechen, mit mindestens zwei Sensoren;
der Übertragung der Signale über den gemessenen Fahrzeugzustand von einem Sensor-Koordinatensystem an ein Fahrzeug-Koordinatensystem, das dem Fahrzeug zugeordnet ist; und
der Verarbeitung der Messsignale in Zustandsermittlungen für das Fahrzeug.

13. Verfahren nach Anspruch 12 und System nach Anspruch 1, wobei die Verarbeitung auch eine Modellierung der Fahrzeugdynamik und der Sensoren umfasst.

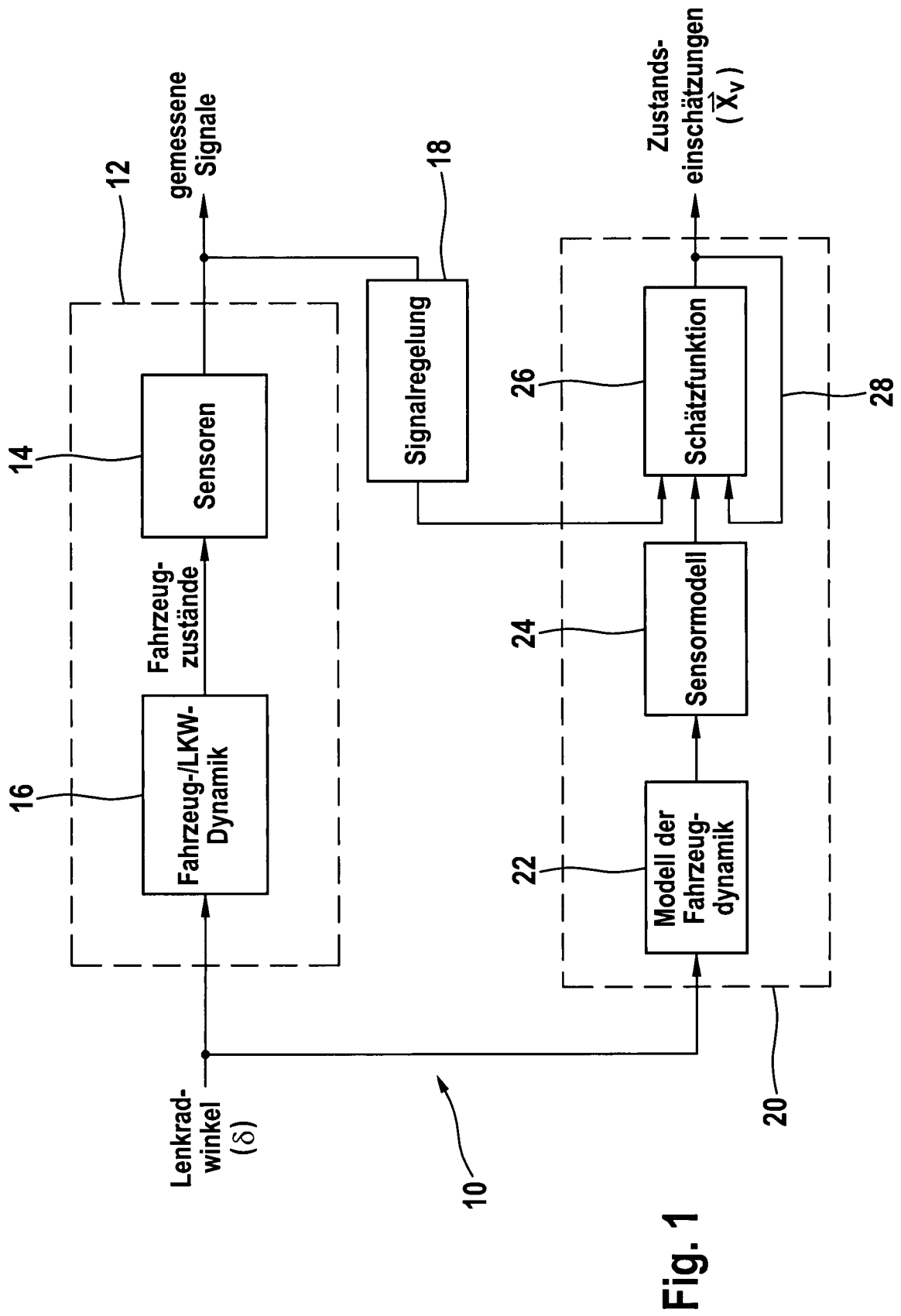
14. Verfahren nach Anspruch 12 wobei die Erzeugung der Signale die Messung der linearen Beschleunigung umfasst.

15. Verfahren nach Anspruch 12, wobei die Erzeugung der Signale die Messung einer Drehgeschwindigkeit des Fahrzeugs umfasst.

16. Verfahren nach Anspruch 12, wobei sich die Zustandsermittlung auf Quergeschwindigkeit, Gierrate, Kippwinkel und Neigungsrate des Fahrzeugs bezieht.

17. Verfahren nach Anspruch 12, wobei die Umwandlung auch einen Ausgleich der Schwerpunktabweichungen im Zusammenhang mit den Sensoren umfasst.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen



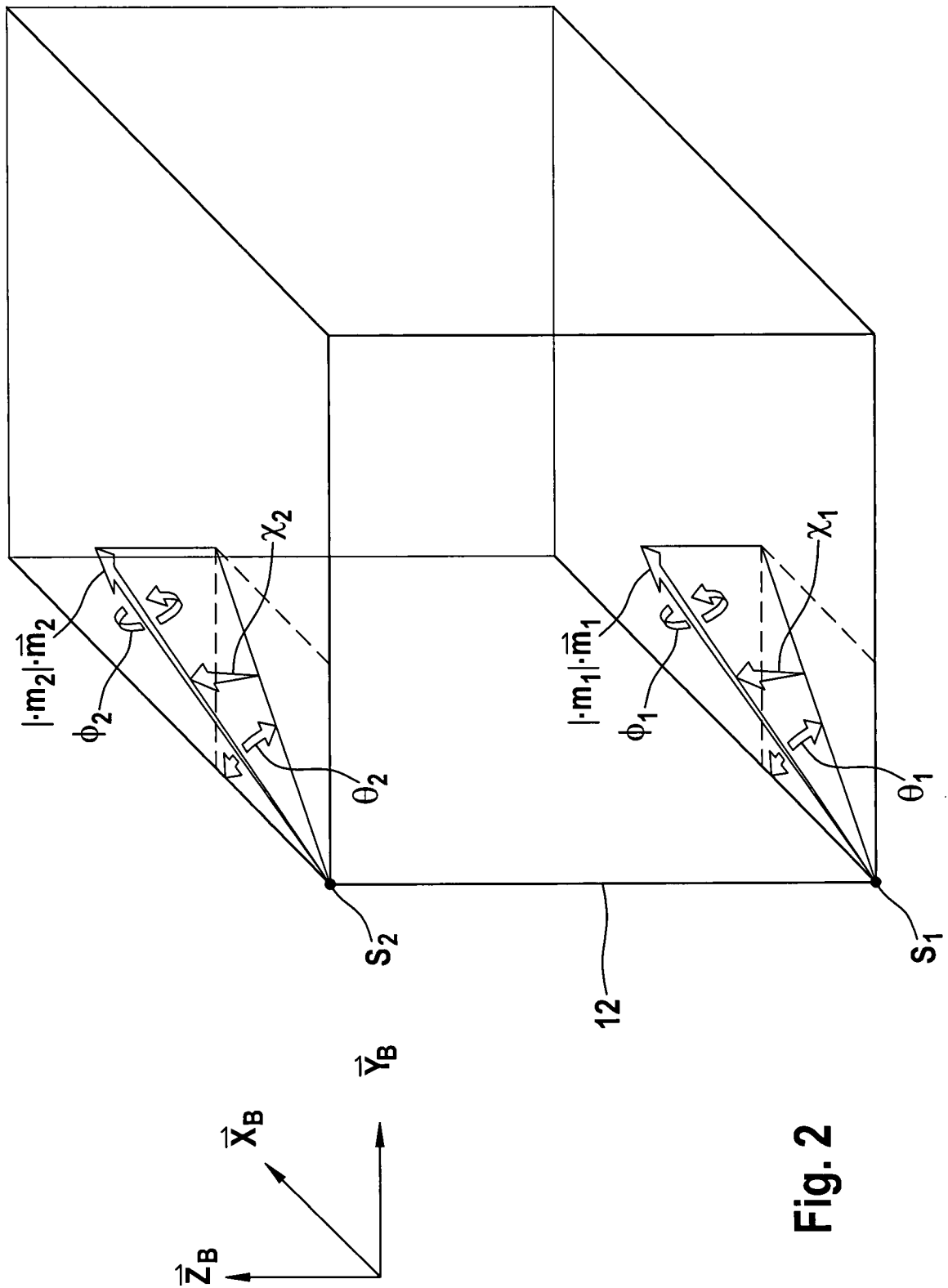


Fig. 2