



(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2006 030 593.0**  
 (22) Anmeldetag: **03.07.2006**  
 (43) Offenlegungstag: **31.01.2008**  
 (45) Veröffentlichungstag der Patenterteilung: **13.06.2013**

(51) Int Cl.: **B60W 40/10 (2006.01)**  
**G01P 3/00 (2006.01)**

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

(73) Patentinhaber:  
**Continental Automotive GmbH, 30165, Hannover, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

**DE 697 09 235 T2**  
**US 5 736 923 A**

(72) Erfinder:  
**Jiang, Zheng-Yu, 93053, Regensburg, DE;**  
**Kretschmann, Matthias, Dr., 93047, Regensburg, DE;**  
**Preis, Herbert, Dr., 93090, Bach, DE**

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Ruhelagenbestimmung eines Fahrzeugs**

(57) **Hauptanspruch:** Verfahren zur Ruhelagenbestimmung eines Fahrzeugs, dadurch gekennzeichnet, dass eine Auswertung der von Sensoren abgefragten aktuellen Raddrehzahlen ( $V_1, V_2, V_3, V_4$ ) oder eines jeweils maximalen Wertes unter den vorhandenen Raddrehzahlen durch Vergleich mit einer detektierbaren Geschwindigkeit  $c$  des Fahrzeugs eine erste schnelle Annäherung an den Fahrzeug-Stillstand nach der Bedingung

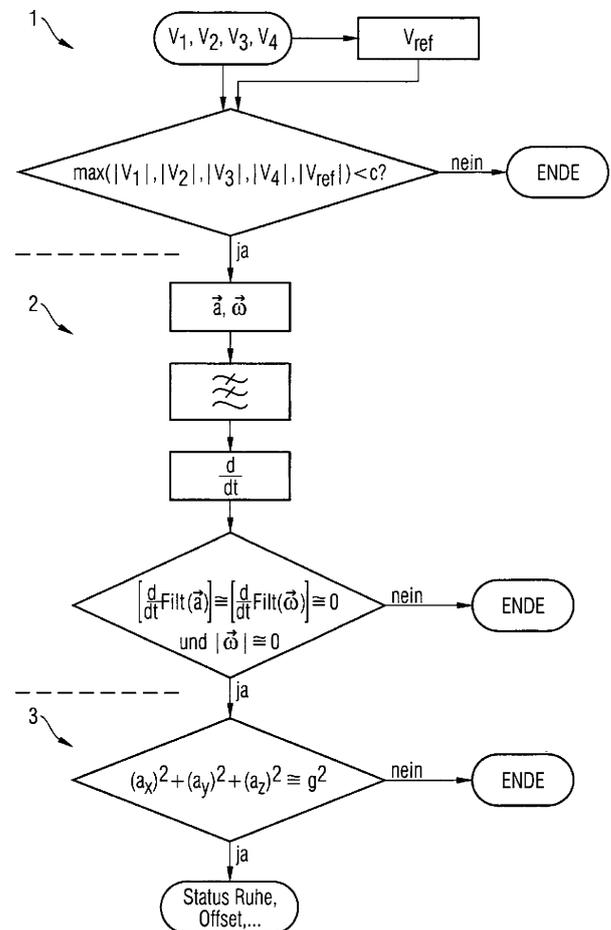
$$\max(|V_1|, |V_2|, |V_3|, |V_4|, |V_{ref}|) < c$$

einen Basisschritt bilden, wobei  $V_{ref}$  eine aus den Raddrehzahlen als Komponenten errechnete Gesamtgeschwindigkeit ist, und

nur in dem Fall, dass im Basisschritt auf einen Stillstand des Fahrzeugs geschlossen werden kann, mindestens eines der aktuell anliegenden Beschleunigungssensor-Signale, welche zu einem Vektor ( $\vec{a}$ ) zusammengefasst sind und/oder mindestens eines der aktuell anliegenden Drehratensensor-Signale, welche zu einem Vektor ( $\vec{\omega}$ ) zusammengefasst sind, bestimmt und von den jeweiligen Sensoren abgefragt werden und die Bedingung

$$\left[\frac{d}{dt} \text{Filt}(\vec{a})\right] \cong \left[\frac{d}{dt} \text{Filt}(\vec{\omega})\right] \cong 0$$

in Bezug auf die gefilterten ersten zeitlichen Ableitungen überprüft wird.



**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ruhelagebestimmung eines Fahrzeugs.

**[0002]** In bekannten Verfahren werden die Raddrehzahlen eines Fahrzeuges herangezogen um den Stillstand festzustellen. Diese Angaben sind jedoch dann nutzlos, wenn sich das Fahrzeug unterhalb einer Mindestgeschwindigkeit bewegt, oder einer externen Bewegung unterworfen ist. Das kann beispielsweise auf einer Fähre oder einer Hebebühne der Fall sein. Weiterhin ist eine Ruhelage eines Chassis des Fahrzeugs nicht mit der Ruhelage des Fahrzeugaufbaus gleichzusetzen. Ein Fahrzeugaufbau kann durch schaukelnde Insassen angeregt werden und damit sich außerhalb einer Ruhelage befinden, ohne dass sich dadurch messbare Raddrehzahlen ergeben. All diese Beiträge verschlechtern eine auf Raddrehzahlen basierte Stillstandserkennung und eine darauf aufbauende Offsetbestimmung von bestimmten Sensoren erheblich.

**[0003]** Aus der US 5 736 923 geht eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Stillstandserkennung eines Fahrzeugs hervor. Das Verfahren sieht vor, dass aus einem Vergleichswertebereich ein charakteristisches Signal, das einen Stillstand kennzeichnet, ausgewählt wird. Ebenso wird ein charakteristisches Signal aus einem Wertebereich, der im Betrieb des Fahrzeugs erstellt wurde, ausgewählt. Danach wird der aktuelle Bewegungszustand aus dem charakteristischen Signal im Betrieb und dem Vergleichswert im Stillstand bestimmt und an eine Auswerteeinheit übertragen. Zeigt der derzeitige Zustand eine Bewegung an, werden die obigen Schritte nochmals durchlaufen. Ist der derzeitige Zustand ein Stillstand, führt dies zu einer Rekalibrierung der Trägheitssensoren und nochmaligen Durchlaufen der o. g. Schritte.

**[0004]** Die DE 697 09 235 T2 offenbart ein Steuerungsverfahren, für ein Fahrzeugassistenzsystem zum Gebrauch in einem Fahrzeug mit einem Gierraten-sensor, der ein Signal vorsieht, das eine Gierrate der Fahrzeugkarosserie angibt, einen Fahrzeuggeschwindigkeitssensor, der ein Signal vorsieht, das eine Fahrzeuggeschwindigkeit angibt, einen Seitenbeschleunigungssensor, der ein Signal vorsieht, das eine Fahrzeugseitenbeschleunigung angibt und einem Chassisstörungssystem zur Steuerung einer Fahrzeuggierrate. Das Verfahren sieht vor, dass ein Ansprechen auf die Signale, die die Gierrate der Fahrzeugkarosserie, die Fahrzeuggeschwindigkeit und die Fahrzeugseitenbeschleunigung angeben, ein Indexverhältnis bestimmt wird. Zunächst wird das Indexverhältnis mit einer ersten vorbestimmten Schwelle verglichen, die eine Grenze angibt, über der eine aktive Chassisstörung nicht erwünscht ist. In Ansprechen auf den ersten Vergleich wird ein Signal gesetzt, das eine Beendigung der aktiven Chas-

sisstörung angibt, wenn das Indexverhältnis über der ersten vorbestimmten Schwelle liegt, wobei das Chassissteuerungssystem zweiteilig deaktiviert ist.

**[0005]** Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein preiswertes sowie zuverlässig arbeitendes Verfahren mit verbesserter Genauigkeit bei der Erkennung eines Zustandes absoluter Ruhelage unter weitgehender Beseitigung der zum Stand der Technik genannten Nachteile zu schaffen.

**[0006]** Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des unabhängigen Anspruchs gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

**[0007]** Erfindungsgemäß zeichnet sich ein Verfahren zur Bestimmung einer absoluten Ruhelage eines Fahrzeugs dadurch aus, dass eine Auswertung der von Sensoren abgefragten aktuellen Drehzahlen  $V_1, V_2, V_3, V_4$  oder eines jeweils maximalen Wertes unter den vorhandenen Drehzahlen durch Vergleich mit einer noch sicher detektierbaren Minimalgeschwindigkeit  $c$  eine erste schnelle und grobe Annäherung an den Zustand absoluter Ruhelage einen Basisschritt bildet. Nur wenn in diesem Basisschritt nach bekannten Verfahren auf eine absolute Ruhelage geschlossen werden kann, dann werden mindestens eines der aktuell anliegenden Beschleunigungssensor-Signale, welche zu einem Vektor  $\vec{a}$  zusammengefasst sind und/oder mindestens eines der aktuell anliegenden Drehratensensor-Signale, welche zu einem Vektor  $\vec{\omega}$  zusammengefasst sind, bestimmt bzw. von den jeweiligen Sensoren abgefragt. Es folgt in einem weiteren Schritt eine Überprüfung darauf, ob die Bedingung

$$\left[ \frac{d}{dt} \text{Filt}(\vec{a}) \right] \cong \left[ \frac{d}{dt} \text{Filt}(\vec{\omega}) \right] \cong 0$$

in Bezug auf die angemessen gefilterte erste zeitliche Ableitung der Vektoren  $(\vec{a})$  und  $(\vec{\omega})$  erfüllt ist, d. h. näherungsweise Null sind.

**[0008]** In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung schließt sich in dem Fall, dass beide vorstehenden Bedingungen mit positivem Ergebnis ausgewertet worden sind, eine Überprüfung auf das Vorliegen eines Zustandes einer extrem konstanten Beschleunigung oder Drehung an. Dieser Fall extrem konstanter translatorischer Beschleunigung kann bei Vorhandensein von drei linear unabhängig angeordneten Beschleunigungssensoren durch Projektion auf rechtwinklige Koordinaten durch Verletzung der Bedingung

$$(a_x)^2 + (a_y)^2 + (a_z)^2 \cong g^2$$

erkannt werden, wobei mit  $g$  die Erdbeschleunigung und mit  $a_i, i = x, y, z$ , die Beschleunigungen in den drei Raumachsen bezeichnet sind.

**[0009]** Im Falle extrem konstanter rotatorischer Beschleunigung kann auf Verletzen der Bedingung

$$|(\vec{\omega})| \cong 0$$

erkannt werden.

**[0010]** Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung werden nachfolgend unter Beschreibung eines Ausführungsbeispiels mit Bezugnahme auf die Abbildung der Zeichnung angegeben. Die Figur der Zeichnung zeigt ein Ablaufdiagramm eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Ruhelagenbestimmung eines Fahrzeuges mit den jeweiligen Auswerteschritten in einem zeitdiskreten Verfahren zu einem Zeitpunkt und den darin beteiligten Größen.

**[0011]** Zum Start umfasst ein Basisschritt **1** eine Abfrage und nachfolgende Auswertung von Raddrehzahlen  $V_1, V_2, V_3, V_4$  der jeweiligen Sensoren. Dieser Basisschritt **1** bietet eine erste schnelle und dafür relativ grobe Annäherung an den Zustand einer Ruhe des Chassis relativ zum Untergrund des Fahrzeuges. Wie schon bei aus dem Stand der Technik bekannten Stillstandserkennern lautet die zu überprüfende Bedingung, dass ein Maximalwert aus den zur Verfügung stehenden Werten kleiner als ein Grenzwert  $c$  sein muss:

$$\max(|V_1|, |V_2|, |V_3|, |V_4|, |V_{ref}|) < c.$$

**[0012]** Hier wurde außer den Raddrehzahlen  $V_1, V_2, V_3, V_4$  noch eine anderweitig erhaltene Referenzgeschwindigkeit  $V_{ref}$  herangezogen. Dabei stellt  $V_{ref}$  im vorliegenden Beispiel eine aus den Raddrehzahlen  $V_1, V_2, V_3, V_4$  als Komponenten errechneten Gesamtgeschwindigkeit des betrachteten Fahrzeuges dar.

**[0013]** Eine Bewegung des Fahrzeugaufbaus, die durch Chassisbewegungen, externe Bewegungen und/oder interne Anregungen verursacht wird, kann in Schritt **1** nicht erkannt werden. Durch diese Bewegungen befindet sich ein Fahrzeug zwar nicht in absoluter Ruhe, diese Bewegungen zeigen jedoch nicht grundsätzlich messbare Reaktionen an den Raddrehzahl-Sensoren. Derartige Bewegungen können jedoch erfasst werden, wenn die Fahrzeugbeschleunigung und die Drehraten analysiert werden. Da diese Größen mit Offsets behaftet sind, welche hier als sehr niederfrequent und damit quasi als Gleichanteile angenommen werden, werden die zeitlichen Ableitungen der gefilterten Sensorsignale analysiert. Damit fallen die Offsets heraus. Zu erwarten sind also Signale mit möglichst konstantem Wert, bei denen eine weitgehende Unterdrückung des Einflusses von Rauschen durch Anwendung eines Filters, insbesondere eines digitalen Tiefpassfilters, erreicht wird.

**[0014]** Offsets in diesem Sinne können normale Nullpunktdrifts der Sensoren, Schwerkraftbeiträge oder externe Bewegungen sein. Die Ableitung kann in diesem Sinne als Frequenzanalysator verstanden werden, der nach Schwingungen des Fahrzeug-Aufbaus sucht. Dazu werden die Vektoren  $(\vec{a})$  und  $(\vec{\omega})$  gebildet, einer Tiefpassfilterung unterzogen und nach der Zeit abgeleitet. Dann ist die innerhalb des Kerns des Analyseschrittes **2** eine zweite und deutlich verschärfte Bedingung für die Erkennung der absoluten Ruhe des Fahrzeuges, dass die Relationen

$$[\frac{d}{dt} \text{Filt}(\vec{a})] \cong [\frac{d}{dt} \text{Filt}(\vec{\omega})] \cong 0$$

für eine bestimmten, sehr kurzen, Zeitraum eingehalten sind.

**[0015]** Wenn die vorstehend dargestellte Bedingungen der Schritte **1** und **2** gleichzeitig erfüllt sind, befindet sich der Fahrzeugaufbau in absoluter Ruhe, oder aber in einem Zustand einer auch über mehrere Abtastzeitpunkte hinweg betrachtet extrem gleichbleibenden Beschleunigung oder Drehung. Dieser letzte noch mögliche Zustand wird durch einen separaten Prüfschritt **3** erfasst: Der Fall konstanter Beschleunigung kann, bei Vorhandensein von drei linear unabhängig angeordneten Beschleunigungssensoren, durch Projektion auf rechtwinklige Koordinaten durch Verletzung der Bedingung

$$(a_x)^2 + (a_y)^2 + (a_z)^2 \cong g^2$$

erkannt werden, wobei  $g$  die Erdbeschleunigung ist. Der Fall konstanter Drehung kann dadurch erkannt werden, dass der Messwert des Drehratensignals in diesem Falle den Offset addiert zur externen Drehung widerspiegelt ( $|\vec{\omega}| \cong 0$ ). Es können alle externen konstanten Drehungen erkannt und eliminiert werden, die von üblichen Sensorspezifikationen abweichen.

**[0016]** In einem erfindungsgemäßen Verfahren kommt damit die gleichzeitige Auswertung mindestens einer der Raddrehzahlen  $V_1, V_2, V_3, V_4$ , mindestens eines der Beschleunigungssensor-Signale, welche zu einem Vektor  $(\vec{a})$  zusammengefasst sind und/oder mindestens eines der Drehratensensor Signale, welche zu einem Vektor  $(\vec{\omega})$  zusammengefasst sind, zum Einsatz. Der Zustand der absoluten Ruhe wird in aufeinander aufbauenden drei Schritten erkannt, die jeweils nur dann durchlaufen werden, wenn ein jeweils vorangehender Schritt auf einen Fahrzeug-Stillstand erkannt hat. Ein mit ansteigender Genauigkeit der Untersuchung ebenfalls ansteigender Aufwand macht ein erfindungsgemäßes Verfahren insgesamt bei extremer Genauigkeit auch ausreichend schnell und wirtschaftlich.

**[0017]** Die Erfindung erlaubt somit auch, unter Zuhilfenahme von Raddrehzahlen, Beschleunigungs-

und Drehraten-Sensoren, eine hochpräzise Offset-Bestimmung der Drehraten-Sensoren und eine nachfolgende Kompensation durchzuführen. Die Offset-Bestimmung der Drehraten-Sensoren gestaltet sich als einfaches Auslesen von Abweichung der jeweiligen Sensoren vom aktuell festgestellten Null-Wert, der den Zustand der absoluten Ruhe des Fahrzeugs kennzeichnet.

$$|\vec{\omega}| \cong 0$$

anschließt.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Ruhelagenbestimmung eines Fahrzeugs, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Auswertung der von Sensoren abgefragten aktuellen Raddrehzahlen ( $V_1, V_2, V_3, V_4$ ) oder eines jeweils maximalen Wertes unter den vorhandenen Raddrehzahlen durch Vergleich mit einer detektierbaren Geschwindigkeit  $c$  des Fahrzeugs eine erste schnelle Annäherung an den Fahrzeug-Stillstand nach der Bedingung

$$\max(|V_1|, |V_2|, |V_3|, |V_4|, |V_{\text{ref}}|) < c$$

einen Basisschritt bilden, wobei  $V_{\text{ref}}$  eine aus den Raddrehzahlen als Komponenten errechnete Gesamtgeschwindigkeit ist, und nur in dem Fall, dass im Basisschritt auf einen Stillstand des Fahrzeugs geschlossen werden kann, mindestens eines der aktuell anliegenden Beschleunigungssensor-Signale, welche zu einem Vektor ( $\vec{a}$ ) zusammengefasst sind und/oder mindestens eines der aktuell anliegenden Drehratensensor-Signale, welche zu einem Vektor ( $\vec{\omega}$ ) zusammengefasst sind, bestimmt und von den jeweiligen Sensoren abgefragt werden und die Bedingung

$$\left[\frac{d}{dt}\text{Filt}(\vec{a})\right] \cong \left[\frac{d}{dt}\text{Filt}(\vec{\omega})\right] \cong 0$$

in Bezug auf die gefilterten ersten zeitlichen Ableitungen überprüft wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sich in dem Fall, dass beide vorstehenden Bedingungen mit positivem Ergebnis ausgewertet worden sind, eine Überprüfung auf eine Verletzung der Bedingung

$$(a_x)^2 + (a_y)^2 + (a_z)^2 \cong g^2$$

anschließt, wobei mit  $g$  die Erdbeschleunigung und mit  $a_i$ ,  $i = x, y, z$  die Beschleunigungen in den drei Raumachsen bezeichnet sind.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sich in dem Fall, dass beide vorstehenden Bedingungen mit positivem Ergebnis ausgewertet worden sind, eine Überprüfung auf eine Verletzung der Bedingung

Anhängende Zeichnungen

