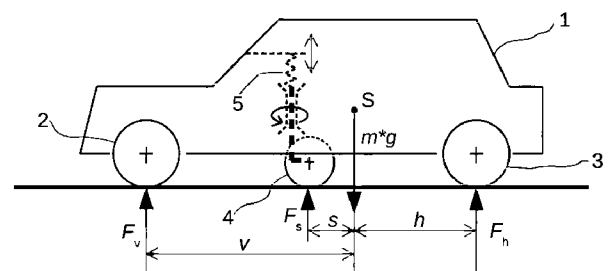


(11) CH 719 188 A2



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft Modellfahrzeuge, die einerseits spurungebunden sind und deren zeitliches Fahrverhalten andererseits gleich ist wie dasjenige der Originalfahrzeuge. Wenn solche Modellfahrzeuge über eine Fernsteuerung verfügen, können mit ihnen massstabgetreue, wirklichkeitsnahe Fahrmanöver und Rennen gefahren werden.

[0002] Schon seit langem bekannt sind Modellfahrzeuge, die entweder spurgebunden oder spurunabhängig, dann meist mit Hilfe einer Fernsteuerung, betrieben werden. Allerdings bringt es der den Originalfahrzeugen entsprechende Reibungskoeffizient der Reifen oder die Spurbundenheit mit sich, dass das Fahrverhalten der Modellfahrzeuge viel dynamischer als dasjenige der Originalfahrzeuge ist.

[0003] Ein Modellfahrzeug, das spurungebunden ist und den Anschein eines massstabgetreuen, wirklichkeitsnahen Fahrverhaltens macht, ist in der Patentschrift EP3302743 beschrieben. Die Vorder- und Hinterräder sind Attrappen. Das Fahrzeug wird über zwei Rollelemente, welche sich im Unterboden befinden und welche um eine vertikale Achse drehbar gelagert sind, angetrieben und gelenkt. Das Fahrverhalten wird in einem Gerät mit grosser Rechenleistung simuliert. Die Rollelemente werden dann den Resultaten der Simulation entsprechend gesteuert.

In den Patentschriften US2005095953 und CN204932839 werden Modellfahrzeuge beschrieben, bei denen nur die Hinterräder Attrappen sind (dummy rear wheels). Zwischen diesen Hinterrädern befindet sich ein um eine vertikale Achse drehbares Rollelement. Mit dessen Hilfe kann Heckschleudern simuliert werden.

[0004] In dieser Schrift wird eine Vorrichtung vorgeschlagen, die dem Modellfahrzeug der Wirklichkeit entsprechende Fahreigenschaften verleihen kann - ohne Simulation und ohne Radattrappen.

[0005] Im Folgenden wird bei Reifen unter „Reibungskoeffizient“ das Verhältnis von grösstmöglicher zur Fahrbahn parallelen Reibungskraft und auf den Reifen wirkende Normalkraft verstanden. Mit „Kraftschlussbeiwert“ wird das Verhältnis der grösstmöglichen Summe der zur Fahrbahn parallelen Reibungskräfte aller Räder und Fahrzeuggewicht bezeichnet. Wie gross der Kraftschlussbeiwert sein muss, damit das zeitliche Fahrverhalten eines Modellfahrzeugs demjenigen des Originalfahrzeugs entspricht, wird im Folgenden am Beispiel einer 90°-Kurvenfahrt beschrieben.

[0006] Der Modell(verkleinerungs)massstab sei M; ein häufig verwendeter Modellmassstab ist zum Beispiel 1:25. Die massstabgetreue Geschwindigkeit des Modells ist daher:

$$v(\text{Modell}) = v * M$$

[0007] Der massstabgetreue Kurvenradius ist:

$$r(\text{Modell}) = r * M$$

[0008] Die maximale Winkelgeschwindigkeit $\omega(\max)$, mit der ein Originalfahrzeug mit der Masse m eine Kurve mit dem Radius r befahren kann, ist gegeben durch die Erdbeschleunigung g und durch den Kraftschlussbeiwert μ :

$$\text{maximale Zentrifugalkraft} = m * \omega(\max)^2 * r = \text{maximale Tangentialkraft} = m * g * \mu$$

[0009] Daraus folgt:

$$\omega(\max) = \sqrt{\frac{g * \mu}{r}}$$

[0010] Eine 90°-Kurve mit dem Radius r wird deshalb bei maximaler Winkelgeschwindigkeit in der folgenden Zeit T durchfahren:

$$T = \sqrt{\frac{r}{g * \mu}} * \frac{\pi}{2}$$

Zahlenbeispiel: $g = 9.81 \text{ m/s}^2$; $r = 50 \text{ m}$; $\mu = 0.7$

[0011] Die 90°-Kurve mit einem Radius von 50 m kann innerhalb von ca. 4.2 s mit einer maximalen Geschwindigkeit von ca. 67 km/h durchfahren werden.

[0012] Damit ein Modellfahrzeug im Massstab M eine 90°-Kurve mit einem entsprechend grossen, massstabgetreuen Radius mit derselben Winkelgeschwindigkeit und folglich in derselben Zeit wie das Originalfahrzeug durchfahren kann, muss sein:

$$\omega(\max) = \sqrt{\frac{g * \mu}{r}} = \sqrt{\frac{g * \mu(\text{Modell})}{r(\text{Modell})}} = \sqrt{\frac{g * \mu(\text{Modell})}{r * M}}$$

[0013] Daraus folgt:

$$\mu(\text{Modell}) = \mu * M$$

[0014] Zahlenbeispiel: $g = 9.81 \text{ m/s}^2$; $r = 50 \text{ m}$; $\mu = 0.7$; Massstab $M = 1/25$

$$r(\text{Modell}) = 2 \text{ m}; \mu(\text{Modell}) = 0.028$$

[0015] Die 90°-Kurve mit einem Radius von 2 m kann innerhalb von ca. 4.2 s mit einer maximalen Geschwindigkeit von ca. 67/25 km/h = 2.7 km/h durchfahren werden.

[0016] Im Falle kleiner Modellmassstäbe lassen sich die notwendig kleinen Kraftschlussbeiwerte auf für Spiele üblichen Böden aus Holz oder Kunststoff auf konventionellem Weg nicht erreichen; mit Rädern zum Beispiel aus Polyamiden oder Polytetrafluorethylen (PTFE) erhält man Reibungskoeffizienten im Bereich von 0,2. Um die notwendig kleinen Kraftschlussbeiwerte zu erreichen, sind bei kleinen Modellmassstäben daher weitere Massnahmen notwendig.

[0017] In der Gebrauchsmusterschrift DE202019103477 ist eine Vorrichtung beschrieben, mit welcher der notwendig kleine Kraftschlussbeiwert erreicht werden kann: Das Gewicht des Modellfahrzeugs wird zur Hauptsache, abgesehen von den auf separate Räder wirkenden Normalkräften, von mindestens drei Stützen getragen. Diese Stützen haben in allen zur Fahrbahn parallelen Richtungen einen gegenüber der Fahrbahn minimierten Reibungswiderstand. Seitenführungs-, Vortriebs- und Bremskräfte können von mindestens zwei separaten, in Längsrichtung des Fahrzeugs versetzt angeordneten Rädern aufgebracht werden. Die separaten Räder werden durch ihr Eigengewicht und allenfalls weitere Hilfsmittel so stark auf die Fahrbahn gepresst, dass der dem Modellmassstab entsprechende Kraftschlussbeiwert erreicht wird.

[0018] Mit der Erfindung wird eine weitere Möglichkeit aufgezeigt, wie sich die notwendig kleinen Kraftschlussbeiwerte erzielen lassen. Zu diesem Zweck muss das Modellfahrzeug neben den Rädern teilweise von mindestens einer Stütze getragen werden. Die Stütze - zum Beispiel eine Lenkrolle oder ein Allseitenrad - muss in zur Fahrbahn parallelen Richtungen einen gegenüber der Fahrbahn minimierten Reibungswiderstand haben. Da die wichtigsten Parameter, welche ein wirklichkeitsnahes Fahrverhalten ermöglichen, die vertikal auf die Räder wirkenden Kräfte (Normalkräfte), die Reibungskoeffizienten der Reifen und die Fahrzeugmasse sind, lässt sich der Kraftschlussbeiwert erfindungsgemässer Modellfahrzeuge einstellen, indem vom Modellfahrzeug eine adäquate vertikale Kraft auf die Stütze ausgeübt wird.

[0019] Die Erfindung wird anhand von zwei Ausführungsbeispielen, welche in einer Zeichnung dargestellt sind, näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1: Ein Modellfahrzeug mit vier Rädern, einer Stütze und einer Feder, welche eine Kraft auf die Stütze ausübt.

Figur 2: Ein Modellfahrzeug mit vier Rädern, einer Stütze und einem Linearantrieb, welcher eine Kraft auf die Stütze ausübt.

[0020] In Figur 1 ist schematisch ein Modellfahrzeug 1 dargestellt, welches mit Vorderrädern 2 und Hinterrädern 3 sowie einer Lenkrolle 4 ausgestattet ist. Das ganze Modellfahrzeug inklusive Räder und Lenkrolle hat eine Masse m ; S ist der Massenmittelpunkt des Modellfahrzeugs. Eine in der Höhe verstellbare Feder 5 übt eine vertikale Kraft auf die Lenkrolle 4 aus. Dergestalt kann die vom Boden auf die Lenkrolle ausgeübte Normalkraft F_s in weiten Grenzen gewählt werden.

[0021] Der Kraftschlussbeiwert μ hat bei einem Reifen-Reibungskoeffizienten p den folgenden Wert:

$$\mu(\text{Modell}) = \frac{\rho(F_v + F_h)}{m * g} = \frac{\rho(m * g - F_s)}{m * g}$$

[0022] Beispiel: Massstab $M = 1/25$; $\mu(\text{Modell}) = 0.028$; $p = 0.2$

$$F_s = mg \left(1 - \frac{\mu}{p}\right) = 0.86 * mg$$

[0023] Durch die Wahl der Grössen v , h und s kann zudem die Verteilung der auf die Räder der Vorder- und Hinterachse wirkenden Normalkräfte gewählt werden:

$$F_v = (mg - F_s) \frac{h}{h+v} - F_s \frac{s}{h+v} \quad \text{und} \quad F_h = (mg - F_s) \frac{v}{v+h} + F_s \frac{s}{v+h}$$

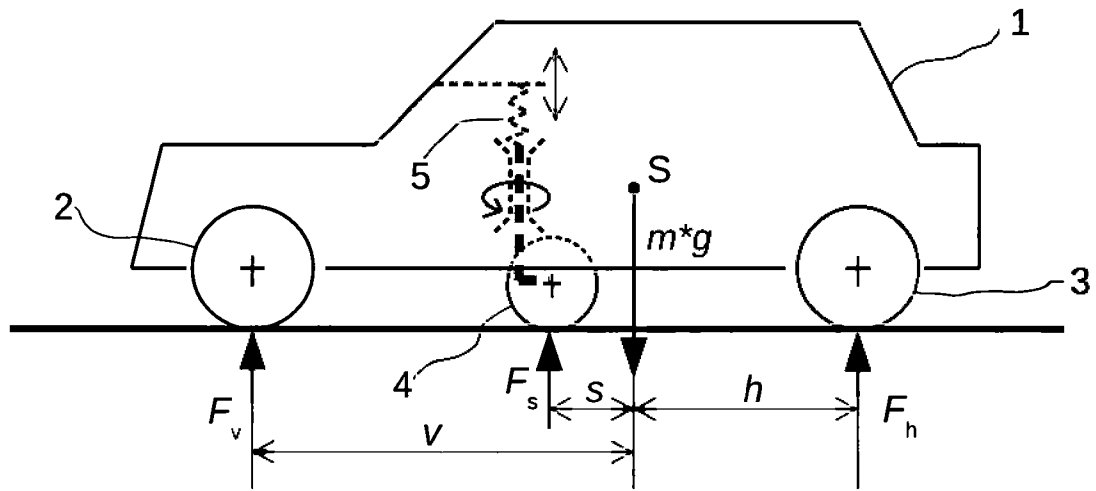
[0024] Figur 2 zeigt wiederum ein Modellfahrzeug 1, aber an die Stelle einer Feder, die eine Kraft auf die Lenkrolle 4 ausübt, ist nun ein Linearantrieb 6 getreten. In diesem Fall könnte die Kraft F_s z. B. statt manuell über eine (Fern)steuerung verstellt werden. Es ist auch möglich, mithilfe eines im Modellfahrzeug 1 integrierten Beschleunigungssensors die Kraft des Stellantriebs mit dem Ziel zu regeln, den Sollwert eines Kraftschlussbeiwerts μ zu erreichen oder zu halten.

Patentansprüche

1. Ein Modellfahrzeug mit mindestens drei Rädern soll ein zeitliches Fahrverhalten ähnlich einem Originalfahrzeug haben und weist deshalb die folgenden Merkmale auf:
 - Das Modellfahrzeug wird neben den Rädern teilweise durch eine Stütze getragen.
 - Das Modellfahrzeug übt zu diesem Zweck über eine Vorrichtung eine vertikale Kraft auf die Stütze aus.

- Die besagte Stütze kann eine Lenkrolle, ein Allseitenrad oder dergleichen sein und weist deshalb die Eigenschaft auf, einen in parallelen Richtungen zur Fahrbahn minimierten Reibungswiderstand haben zu können.
- 2. Modellfahrzeug gemäss Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die von der besagten Vorrichtung ausgeübte Kraft von einer Feder erzeugt wird.
- 3. Modellfahrzeug gemäss Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die von der besagten Vorrichtung ausgeübte Kraft von einem Linearantrieb erzeugt wird.
- 4. Modellfahrzeug gemäss Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die vom Linearantrieb ausgeübte Kraft durch eine Steuerung verändert werden kann.
- 5. Modellfahrzeug gemäss Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die vom Linearantrieb ausgeübte Kraft mit der Hilfe eines am Modellfahrzeug befestigten Beschleunigungssensors durch einen Regler so geregelt wird, dass die maximale Beschleunigung des Modellfahrzeugs einen Sollwert einhält.

Figur 1



Figur 2

