

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50533/2019  
(22) Anmeldetag: 13.06.2019  
(43) Veröffentlicht am: 15.09.2020

(51) Int. Cl.: **G01M 17/007** (2006.01)  
**B60W 10/04** (2006.01)  
**B60W 10/18** (2012.01)

(56) Entgegenhaltungen:  
DE 4103579 A1  
WO 2019110480 A1

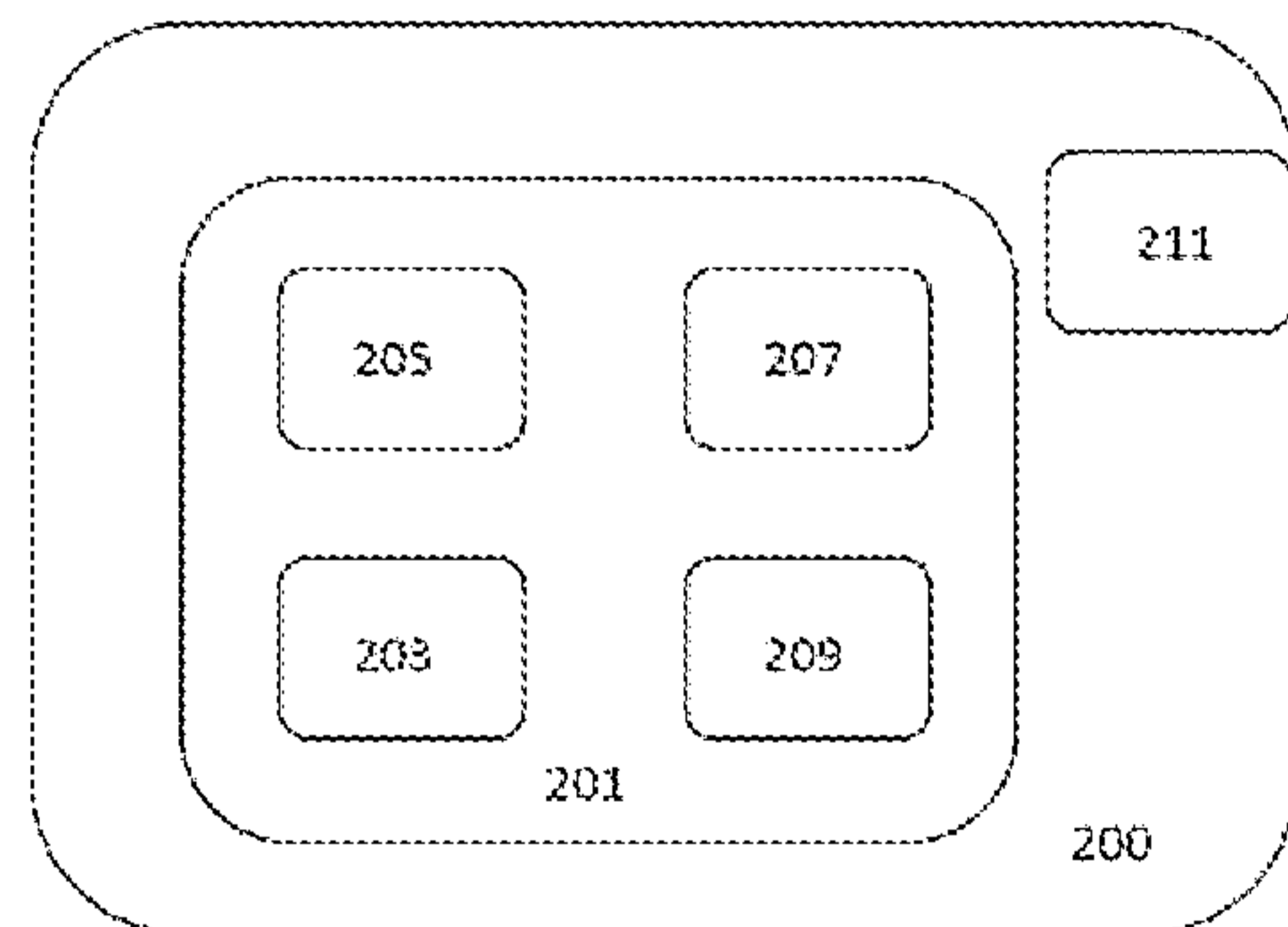
(71) Patentanmelder:  
AVL List GmbH  
8020 Graz (AT)

(72) Erfinder:  
Jany-Luig Johannes PHD  
8042 Graz (AT)  
Gigerl Hans Peter Dipl.Ing.  
8061 Gutenberg-Stenzengreith (AT)  
Winkler Wolfgang Ing.  
8212 Pischelsdorf in der Steiermark (AT)  
Lemmerer David Dipl.Ing.  
8020 Graz (AT)

(74) Vertreter:  
Hartinger Mario Dipl.Ing.  
8020 Graz (AT)

(54) **Verfahren und Vorrichtung zum Kontrollieren von Pedalen eines Fahrzeugs**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Fahrermodells zum Kontrollieren eines Fahrzeugs. Dabei umfasst das Fahrermodell ein Fahrzeugmodul (203), das eine an dem Fahrzeug einzustellende Fahrpedalstellung ermittelt. Weiterhin wird mittels des Fahrzeugmoduls (203) eine Bedarfsleistung als Anteil an einer Totalleistung, die von einem Antrieb des Fahrzeugs erbracht werden kann, ermittelt, wobei die Bedarfsleistung einer Leistung entspricht, die benötigt wird, um das Fahrzeug mit einer geforderten Geschwindigkeit und/oder einer geforderten Beschleunigung (311) entlang eines vorgegeben Straßenverlaufs zu bewegen. Ferner sieht das vorgestellte Verfahren vor, dass der Bedarfsleistung ein Wert (313) einer zulässigen Pedalstellung zugeordnet wird, und der Wert (313) der zulässigen Pedalstellung an das Fahrermodell zum Kontrollieren des Fahrzeugs übergeben wird.



### Zusammenfassung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Fahrermodells zum Kontrollieren eines Fahrzeugs. Dabei umfasst das Fahrermodell ein Fahrzeugmodul (203), das eine an dem Fahrzeug einzustellende Fahrpedalstellung ermittelt. Weiterhin wird mittels des Fahrzeugmoduls (203) eine Bedarfsleistung als Anteil an einer Totalleistung, die von einem Antrieb des Fahrzeugs erbracht werden kann, ermittelt, wobei die Bedarfsleistung einer Leistung entspricht, die benötigt wird, um das Fahrzeug mit einer geforderten Geschwindigkeit und/oder einer geforderten Beschleunigung (311) entlang eines vorgegeben Straßenverlaufs zu bewegen. Ferner sieht das vorgestellte Verfahren vor, dass der Bedarfsleistung ein Wert (313) einer zulässigen Pedalstellung zugeordnet wird, und der Wert (313) der zulässigen Pedalstellung an das Fahrermodell zum Kontrollieren des Fahrzeugs übergeben wird.

Fig. 2

## **Verfahren und Vorrichtung zum Kontrollieren von Pedalen eines Fahrzeugs**

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Fahrermodells zum Kontrollieren eines Fahrzeugs, eine Kontrollvorrichtung, die Verwendung der Kontrollvorrichtung zur Durchführung eines Testlaufs für ein Fahrzeug und ein Computerprogrammprodukt.

Im Stand der Technik sind Fahrermodelle, wie bspw. Algorithmen zum Kontrollieren eines Fahrzeugs bekannt, die mittels eines PI-Reglers einen Pedalwert zum Einstellen bspw. eines Fahrpedals eines Fahrzeugs lediglich in Abhängigkeit einer Differenz zwischen einer aktuellen Fahrzeuggeschwindigkeit und einer vorgegebenen Fahrzeuggeschwindigkeit ermitteln.

Ein wie voranstehend beschrieben betriebenes Fahrermodell führt häufig zu sprunghaften Einstellungsvorgängen eines Fahrzeugs mit starken Beschleunigungsvorgängen und einem entsprechend unnötig hohen Kraftstoffverbrauch bzw. Schadstoffausstoß.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, der voranstehend beschriebenen Problematik zumindest teilweise Rechnung zu tragen. Insbesondere ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Fahrermodell bereitzustellen, das ein Fahrzeug kraftstoffeffizient und schadstoffarm betreibt.

Die voranstehende Aufgabe wird durch die Patentansprüche gelöst. Insbesondere wird die voranstehende Aufgabe durch den Gegenstand der jeweiligen unabhängigen Patentansprüche gelöst. Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen. Dabei gelten Merkmale und Details, die im Zusammenhang mit dem vorgestellten Verfahren beschrieben sind, selbstverständlich auch im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Kontrollvorrichtung und jeweils umgekehrt, sodass bezüglich der Offenbarung zu den einzelnen Erfindungsaspekten stets wechselseitig Bezug genommen wird bzw. werden kann.

Gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Betreiben eines Fahrermodells zum Kontrollieren eines Fahrzeugs vorgestellt. Dabei umfasst das Fahrermodell ein Fahrzeugmodul, das eine an dem Fahrzeug einzustellende Pedalstellung ermittelt. Weiterhin wird mittels des Fahrzeugmoduls eine Bedarfsleistung als Anteil an einer Totalleistung, die von einem Antrieb des Fahrzeugs erbracht werden kann, ermittelt, wobei die Bedarfsleistung einer Leistung entspricht, die benötigt wird, um das Fahrzeug mit einer geforderten Geschwindigkeit und/oder einer geforderten Beschleunigung entlang eines vorgegebenen Straßenverlaufs zu bewegen. Ferner sieht das vorgestellte Verfahren vor, dass der Bedarfsleistung ein Wert einer zulässigen Pedalstellung zugeordnet wird, und der Wert der zulässigen Pedalstellung, insbesondere einer Fahrpedalstellung, an das Fahrermodell zum Kontrollieren des Fahrzeugs übergeben wird.

Unter einem Fahrermodell ist im Kontext der vorliegenden Offenbarung ein Algorithmus zu verstehen, der zur Kontrolle eines Fahrzeugs eingesetzt wird. Insbesondere kann ein Fahrermodell zum Kontrollieren von Fahrfunktionen, wie bspw. zum Verstellen jeweiliger Pedale eines Fahrzeugs eingesetzt werden.

Das vorgestellte Verfahren dient insbesondere zum Begrenzen einer von einem Fahrzeug bereitzustellenden Leistung, um unnötige Beschleunigungssprünge, wie sie beim Betrieb eines Fahrzeugs durch ein Fahrermodell bspw. bei einem Schaltvorgang typisch sind, zu vermeiden. Dazu sieht das vorgestellte Verfahren das Ermitteln einer Bedarfsleistung vor, die für einen vorgegebenen Straßenverlauf bestimmt wird. Dabei kann der vorgegebene Straßenverlauf insbesondere ein mittels mindestens eines Sensors des Fahrzeugs erfasster Straßenverlauf und/oder ein mittels einer digitalen Karte für eine jeweilige zu befahrende Streckenführung ermittelter Straßenverlauf sein. Bspw. kann ein vorgegebener Straßenverlauf ein Abschnitt einer Straße sein, für den eine einzustellende Fahrzeuggeschwindigkeit gemäß einem vorgegebenen Testprotokoll vorgegeben ist.

Die erfindungsgemäß vorgesehene Bedarfsleistung wird als Anteil einer von einem Fahrzeug potentiell erbringbaren Gesamtleistung, bspw. in „%“ ermittelt bzw. angegeben.

Die erfindungsgemäß vorgesehene Bedarfsleistung wird zum Erreichen einer für einen vorgegebenen Streckenverlauf vorgegebenen Beschleunigung und einer für den Streckenverlauf vorgegebenen Fahrzeuggeschwindigkeit von einem Antrieb eines jeweiligen Fahrzeugs angefordert. Dazu stellt das erfindungsgemäß vorgesehene Fahrermodell das Fahrzeug derart ein, dass das Fahrzeug die Bedarfsleistung bereitstellt. Dazu wird bspw. durch eine Recheneinheit unter Verwendung einer Zuordnungstabelle bzw. einer Zuordnungsfunktion einer jeweilig ermittelten Bedarfsleistung ein Wert einer zulässigen Pedalstellung zugeordnet und der Wert der zulässigen Pedalstellung an das erfindungsgemäß vorgesehene Fahrermodell übergeben.

Sobald das Fahrermodell den Wert der zulässigen Pedalstellung von dem Fahrzeugmodul übermittelt bekommt bzw. den Wert der zulässigen Pedalstellung mittels des Fahrzeugmoduls ermittelt, kann das Fahrermodell jeweilige Pedale des zu kontrollierenden Fahrzeugs dem Wert der zulässigen Pedalstellung entsprechend einstellen. Dazu kann bspw. der Wert der zulässigen Pedalstellung an eine Pedalkontrolleinheit übergeben werden, so dass die Pedalkontrolleinheit ein jeweiliges Pedal, insbesondere ein Fahrpedal des Fahrzeugs, höchstens bis zu einer Stellung bewegt, die dem Wert der zulässigen Pedalstellung entspricht oder im Wesentlichen entspricht. Die Stellung des Pedals entspricht dem Wert der zulässigen Pedalstellung im Wesentlichen dann, wenn sich das Pedal in einer Stellung befindet, die dem Wert der zulässigen Pedalstellung zuzüglich oder abzüglich eines vorgegebenen Toleranzbetrags von bspw. 5%, bevorzugt 2%, insbesondere bevorzugt 0,5% entspricht.

Der erfindungsgemäß vorgesehene Wert der zulässigen Pedalstellung dient insbesondere als Grenzwert, über den hinaus bzw. unter den eine durch ein Fahrermodell einzustellende Pedalstellung nicht verändert werden soll bzw. darf.

Entsprechend wirkt der erfindungsgemäß vorgesehene Wert der zulässigen Pedalstellung als Kontrollinstanz, die einer jeweiligen von einem Fahrermodell zum Kontrollieren eines Fahrzeugs verwendeten Regelung, wie bspw. einem PI-Regler überlagert wird, so dass für den Fall, dass das Fahrermodell einen Stellwert vorgibt, der zu einer Pedalstellung führt, die über oder unter dem Wert der zulässigen Pedalstellung liegt, der Stellwert automatisch durch den Wert der zulässigen

Pedalstellung ersetzt wird bzw. der Stellwert automatisch dem Wert der zulässigen Pedalstellung entsprechend angepasst wird.

Mit anderen Worten wird ein Fahrzeug durch das vorgestellte Verfahren in seiner Leistung in Abhängigkeit einer zum Erreichen einer für einen jeweiligen Straßenverlauf bzw. Streckenabschnitt geforderten Fahrzeuggeschwindigkeit und Beschleunigung beschränkt bzw. gedrosselt.

Unter Verwendung des vorgestellten Verfahrens kann in Ausgestaltung auf einen PID-Regler zum Regeln einer Pedalkontrolleinheit verzichtet und stattdessen direkt mittels der erfindungsgemäß ermittelten Werte für eine zulässige Pedalstellung ein entsprechendes Fahrzeug bzw. eine entsprechende Pedalkontrolleinheit kontrolliert werden. Alternativ kann es vorgesehen sein, dass ein PID-Regler zum Glätten einer Vielzahl von erfindungsgemäß ermittelten Werten für eine zulässige Pedalstellung verwendet wird.

Es kann vorgesehen sein, dass das Fahrermodell ein Kontrollmodul umfasst, mittels dessen ein Stellwert zum Einstellen eines jeweiligen Pedals ermittelt wird, wobei der Stellwert, insbesondere dynamisch, durch einen oberen Grenzwert begrenzt wird, der auf Grundlage des Werts der zulässigen Pedalstellung ermittelt wird.

Um den erfindungsgemäß vorgesehenen Wert der zulässigen Pedalstellung zum Kontrollieren eines Fahrzeugs zu verwenden, kann der Wert der zulässigen Pedalstellung einem Kontrollmodul übergeben werden, das den Wert der zulässigen Pedalstellung in einen Grenzwert überführt, der einem Kontrollvorgang zum Einstellen eines Pedals zu Grunde gelegt wird.

Das Kontrollmodul kann bspw. ein zum Ermitteln eines Stellwerts eines Pedals eines Fahrzeugs ausgestalteter PI-Regler bzw. ein PID-Regler sein.

Es kann vorgesehen sein, dass die erfindungsgemäß vorgesehene Bedarfsleistung dadurch bereitgestellt wird, dass ein Bremspedal des Fahrzeugs gemäß einem Wert für eine zulässige Bremspedalstellung eingestellt wird.

Es kann weiterhin vorgesehen sein, dass mittels des Kontrollmoduls der obere Grenzwert für den Stellwert eines jeweiligen Pedals ermittelt wird, indem für den Fall, dass eine Leistungsanforderung, die von dem Antrieb des Fahrzeugs bereitzustellen ist, zunimmt, der obere Grenzwert der Leistungsanforderung entsprechend erhöht wird, und für den Fall, dass die aktuelle Leistungsanforderung kleiner ist als ein gewichteter Kennwert, der einem mit einem Gewichtungsfaktor gewichteten Wert einer der aktuellen Leistungsanforderung unmittelbar vorangehenden Leistungsanforderung entspricht, der gewichtete Wert als oberer Grenzwert gewählt wird.

Durch einen oberen Grenzwert, der in Abhängigkeit einer aktuellen Leistungsanforderung, die von einem Antrieb eines Fahrzeugs bereitzustellen ist, angepasst wird, kann eine dynamische, d.h. kontinuierlich angepasste, Begrenzung einer Leistungsabgabe des Fahrzeugs erfolgen, so dass auch bei einem Beschleunigungsvorgang ein Betriebszustand, in dem das Fahrzeug kraftstoffineffizient oder mit einem erhöhten bzw. suboptimalen Schadstoffausstoß betrieben wird, vermieden wird.

Es kann weiterhin vorgesehen sein, dass der Gewichtungsfaktor einem Wert kleiner eins entspricht.

Insbesondere kann der Gewichtungsfaktor einem Wert von „0,999“ entsprechen.

Es kann vorgesehen sein, dass ein Übergabewert, der einem Kontrollmodul zum Ermitteln des oberen Grenzwerts übergeben wird, einem Wert der zulässigen Pedalstellung entspricht, der mit einem Faktor, wie bspw. dem Faktor „1,5“ multipliziert wurde.

Durch einen faktorisierten Wert der zulässigen Pedalstellung als Übergabewert zum Ermitteln eines oberen Grenzwerts durch ein Kontrollmodul kann der obere Grenzwert mit einem Toleranzaufschlag gebildet werden, so dass das Fahrzeug auch in einem Betriebszustand betrieben werden kann, der, innerhalb eines durch einen entsprechenden Faktor vorgegebenen Toleranzbandes, mehr Leistung freigibt als durch den Wert der zulässigen Pedalstellung an sich vorgesehen.

Es kann weiterhin vorgesehen sein, dass der Stellwert durch einen unteren Grenzwert begrenzt wird, wobei der untere Grenzwert auf Grundlage des Werts der zulässigen Pedalstellung ermittelt wird oder der untere Grenzwert fest vorgegeben ist.

Mittels eines unteren Grenzwerts kann eine Minimalleistung, mit der ein Fahrzeug bei einer vorgegebenen Leistungsanforderung betrieben wird, vorgegeben werden. Dazu kann der untere Grenzwert auf Grundlage des Werts der zulässigen Pedalstellung ermittelt werden, so dass sich durch einen oberen Grenzwert und einen unteren Grenzwert ein Toleranzband ergibt, das sich in Abhängigkeit des Werts der zulässigen Pedalstellung ändert.

Es kann weiterhin vorgesehen sein, dass das Fahrermodell ein Zielbeschleunigungsbestimmungsmodul umfasst, mittels dessen eine durch das Fahrzeug zu erbringende Beschleunigungsleistung ermittelt wird, indem für eine Geschwindigkeitsdifferenz zwischen einer für mindestens einen zukünftigen Zeitpunkt geforderten Geschwindigkeit und einer für einen aktuellen Zeitpunkt geforderten Geschwindigkeit ermittelt wird und anhand der ermittelten Geschwindigkeitsdifferenz eine zum Ausgleichen der Geschwindigkeitsdifferenz benötigte Beschleunigungsleistung ermittelt wird. Dabei ist weiterhin vorgesehen, dass das Zielbeschleunigungsbestimmungsmodul die ermittelte Beschleunigungsleistung dem Fahrermodell als geforderte Beschleunigungsleistung übergibt.

Durch eine Geschwindigkeitsdifferenz zwischen einer für mindestens einen zukünftigen Zeitpunkt geforderten Geschwindigkeit und einer für einen aktuellen Zeitpunkt geforderten Geschwindigkeit kann eine Vorhersageperiode gebildet werden, für die eine benötigte Beschleunigungsleistung anhand der Geschwindigkeitsdifferenz berechnet werden kann. Bei einer Vorhersageperiode von einer bekannten bzw. vorgegebenen Dauer kann eine zu einem bekannten Zeitpunkt, nämlich einem Ende der Vorhersageperiode bei einem gleichbleibenden Fahrzeugverhalten zu erwartende Geschwindigkeitsdifferenz in eine Beschleunigungsleistung transformiert werden, die benötigt wird, um die Geschwindigkeitsdifferenz innerhalb der Vorhersageperiode zu überwinden. Dabei

kann eine Vorhersageperiode eine Dauer von bspw. zwischen 0,001 Sekunden und 5 Sekunden, insbesondere zwischen 0,001 Sekunden und 2 Sekunden einnehmen.

Es kann weiterhin vorgesehen sein, dass eine benötigte Beschleunigungsleistung anhand einer Vielzahl von Geschwindigkeitsdifferenzen für eine Vielzahl von zukünftig geforderten Geschwindigkeiten ermittelt wird. Es kann bspw. vorgesehen sein, dass für jede Sekunde innerhalb einer Vorhersageperiode eine Geschwindigkeitsdifferenz und eine entsprechende Beschleunigungsleistung ermittelt wird. Dabei kann vorgesehen sein, dass eine zukünftige geforderte Geschwindigkeit mit einem vorgegebenen Arbeitstakt von bspw. 100 Millisekunden oder 1000 Millisekunden Dauer bestimmt wird. Entsprechend kann für jeden Arbeitstakt eine entsprechende Beschleunigungsleistung ermittelt werden.

Anhand der ermittelten Beschleunigungsleistung kann eine Bedarfsleistung ermittelt werden, die an einem Fahrzeug einzustellen ist, um das Fahrzeug mit der ermittelten Beschleunigungsleistung zu beschleunigen, so dass das Fahrzeug entsprechend innerhalb der Vorhersageperiode die vorgegebene Geschwindigkeit erreicht bzw. die Geschwindigkeitsdifferenz minimiert. Dazu kann einer jeweiligen Beschleunigungsleistung bspw. mittels einer Zuordnungstabelle oder einer Zuordnungsfunktion eine Bedarfsleistung bzw. ein entsprechender Wert einer zulässigen Pedalstellung zugeordnet werden.

In einem zweiten Aspekt betrifft die vorgestellte Erfindung eine Kontrollvorrichtung zum Betreiben eines Fahrermodells zum Kontrollieren eines Fahrzeugs. Die Kontrollvorrichtung umfasst ein Fahrermodul, das dazu konfiguriert ist, das Fahrermodell zu betreiben. Das Fahrermodul umfasst ein Fahrzeugmodul, das dazu konfiguriert ist, eine an dem Fahrzeug einzustellende Pedalstellung zu ermitteln. Das Fahrermodul umfasst ein Bedarfsermittlungsmodul, das dazu konfiguriert ist, eine Bedarfsleistung als Anteil an einer Totalleistung, die von einem Antrieb des Fahrzeugs erbracht werden kann, zu ermitteln, wobei die Bedarfsleistung einer Leistung entspricht, die benötigt wird, um das Fahrzeug mit einer geforderten Geschwindigkeit und/oder einer geforderten Beschleunigung entlang eines vorgegebenen Streckenverlaufs zu bewegen. Weiterhin umfasst das Fahrermodul ein Zuordnungsmodul, das dazu konfiguriert ist, der Bedarfsleistung einen Wert einer zulässigen Pedalstellung zuzuordnen, und ein Übergabemodul, das dazu konfiguriert

ist, den Wert der zulässigen Pedalstellung an das Fahrermodell zum Kontrollieren des Fahrzeugs zu übergeben.

Damit bringt ein erfindungsgemäßes Verfahren die gleichen Vorteile mit sich, wie sie ausführlich mit Bezug auf die erfindungsgemäße Vorrichtung beschrieben worden sind.

Es kann vorgesehen sein, dass das Fahrermodell ein Kontrollmodul umfasst, das dazu konfiguriert ist einen Stellwert zum Einstellen eines jeweiligen Pedals zu ermitteln, wobei das Kontrollmodul dazu konfiguriert ist, den Stellwert dynamisch durch einen oberen Grenzwert zu begrenzen, und den oberen Grenzwert auf Grundlage des Werts der zulässigen Pedalstellung zu ermitteln.

Es kann weiterhin vorgesehen sein, dass das Fahrermodell ein Zielbeschleunigungsbestimmungsmodul umfasst, das dazu konfiguriert ist, eine durch das Fahrzeug zu erbringende Beschleunigungsleistung zu ermitteln, indem für eine Geschwindigkeitsdifferenz zwischen einer für mindestens einen zukünftigen Zeitpunkt geforderten Geschwindigkeit und einer für einen aktuellen Zeitpunkt geforderten Geschwindigkeit ermittelt wird und anhand der ermittelten Geschwindigkeitsdifferenz die zum Ausgleichen der Geschwindigkeitsdifferenz zu erbringende Beschleunigungsleistung ermittelt wird, wobei das Fahrermodell dazu konfiguriert ist, die ermittelte zu erbringende Beschleunigungsleistung dem Fahrermodell als geforderte Beschleunigungsleistung zu übergeben.

Das Zielbeschleunigungsbestimmungsmodul kann eine geforderte Zielbeschleunigungsleistung bspw. unter Verwendung von Formel (1) ermitteln.

$$a_{\text{Ziel}} = v_{\text{Ziel}}(t + \Delta t) - v_{\text{akt}}(t) \quad (1)$$

Dabei gilt „ $a_{\text{Ziel}}$ “ entspricht einer geforderten Zielbeschleunigungsleistung, „ $v_{\text{Ziel}}$ “ einer geforderten Zielgeschwindigkeit, „ $v_{\text{akt}}$ “ einer aktuellen Geschwindigkeit und „ $t$ “ der Zeit in [Sekunden].

In einem dritten Aspekt betrifft die vorgestellte Erfindung die Verwendung der vorgestellten Kontrollvorrichtung zur Durchführung eines Testlaufs für ein Fahrzeug.

Zum Durchführen eines Testlaufs, wie bspw. eines Testlaufs zur Erfassung von Fahrzeugemissionen im Realbetrieb, kann die vorgestellte Kontrollvorrichtung ein zu testendes Fahrzeug unter Verwendung jeweilig ermittelter Pedalstellungen bzw. unter Verwendung jeweilig ermittelter Geschwindigkeits- und/oder Beschleunigungswerte steuern.

In einem vierten Aspekt betrifft die vorgestellte Erfindung ein Computerprogrammprodukt umfassend Programmcodemittel, die einen Computer zum Durchführen aller Schritte gemäß mindestens einer möglichen Ausgestaltung des vorgestellten Verfahrens konfigurieren, wenn diese auf dem Computer ausgeführt werden.

Das erfindungsgemäße Computerprogrammprodukt kann als computerlesbarer Anweisungscode in jeder geeigneten Programmiersprache wie beispielsweise in JAVA oder C++ implementiert sein. Das Computerprogrammprodukt kann auf einem computerlesbaren Speichermedium wie einer Datendisk, einem Wechsellaufwerk, einem flüchtigen oder nichtflüchtigen Speicher, oder einem eingebauten Speicher/Prozessor abgespeichert sein. Der Anweisungscode kann einen Computer oder andere programmierbare Geräte wie die Kontrollvorrichtung derart programmieren, dass die gewünschten Funktionen ausgeführt werden. Ferner kann das Computerprogrammprodukt in einem Netzwerk wie beispielsweise dem Internet bereitgestellt werden bzw. sein, von dem es bei Bedarf von einem Nutzer heruntergeladen werden kann. Das Computerprogrammprodukt kann sowohl mittels eines Computerprogramms, d. h. einer Software, als auch mittels einer oder mehrerer spezieller elektronischer Schaltungen, d.h. in Hardware, oder in beliebig hybrider Form, d. h. mittels Software-Komponenten und Hardware-Komponenten, realisiert werden bzw. sein.

Weitere, die Erfindung verbessernde Maßnahmen ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung zu verschiedenen Ausführungsbeispielen der Erfindung, welche in den Figuren schematisch dargestellt sind. Sämtliche aus den Ansprüchen, der Beschreibung oder den Figuren hervorgehende Merkmale und/oder

Vorteile, einschließlich konstruktiver Einzelheiten und räumlicher Anordnungen können sowohl für sich als auch in den verschiedenen Kombinationen erfindungswesentlich sein.

Es zeigen jeweils schematisch:

Figur 1 ein Ablaufdiagramm eines Ablaufs einer möglichen Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Figur 2 eine Darstellung einer möglichen Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Kontrollvorrichtung.

Figur 3 eine Visualisierung einer möglichen Ausgestaltung eines Kontrollmoduls.

In Fig. 1 ist schematisch ein Ablauf 100 einer möglichen Ausgestaltung des vorgestellten Verfahrens dargestellt.

In einem ersten Ermittlungsschritt 101 wird mittels eines Fahrermoduls eines Fahrermodells, das auf einem Computer ausgeführt wird, eine an einem Fahrzeug einzustellende Pedalstellung, vorliegend beispielhaft eine Fahrpedalstellung, ermittelt.

Zum Ermitteln der an dem Fahrzeug einzustellenden Fahrpedalstellung wird durch das Fahrermodul in einem zweiten Ermittlungsschritt 103 eine Bedarfsleistung als Anteil an einer Totalleistung, die von einem Antrieb des Fahrzeugs erbracht werden kann, ermittelt. Dabei entspricht die Bedarfsleistung einer Leistung, die benötigt wird, um das Fahrzeug mit einer geforderten Geschwindigkeit, d.h. einer für einen vorgegebenen Straßenverlauf vorgegebenen Geschwindigkeit, und einer geforderten Beschleunigung entlang des vorgegebenen Straßenverlaufs zu bewegen. Dabei kann die geforderte Beschleunigungsleistung bspw. anhand der geforderten Geschwindigkeit ermittelt werden, indem bspw. eine Geschwindigkeitsdifferenz zwischen einer aktuellen Geschwindigkeit des Fahrzeugs und einer zu einem bekannten Zeitpunkt geforderten Geschwindigkeit bestimmt wird. Dabei entspricht die geforderte Beschleunigung derjenigen Beschleunigung, die benötigt wird, um

ausgehend von der aktuellen Geschwindigkeit zu dem bekannten Zeitpunkt die zu dem bekannten Zeitpunkt geforderte Geschwindigkeit zu erreichen.

In einem Zuordnungsschritt 105 wird der ermittelten Bedarfsleistung ein Wert einer zulässigen Fahrpedalstellung zugeordnet. Dabei ist der Wert der zulässigen Fahrpedalstellung derart gewählt, dass unter Bereitstellung der ermittelten Bedarfsleistung ein Kraftstoffverbrauch und/oder ein Schadstoffausstoß des Fahrzeugs minimal wird.

In einem Übergabeschritt 107 wird der Wert der zulässigen Fahrpedalstellung an das Fahrermodell zum Kontrollieren des Fahrzeugs übergeben. Entsprechend kontrolliert das Fahrermodell bspw. ein Pedalkontrollgerät derart, dass ein Pedal des Fahrzeugs höchstens bis zu dem Wert der zulässigen Fahrpedalstellung bewegt wird. Dazu kann das Fahrermodell bspw. einen entsprechenden Kontrollbefehl, der das Pedalkontrollgerät dazu konfiguriert das Pedal gemäß einer durch den Kontrollbefehl vorgegebenen Kennlinie zu bewegen oder der dem Pedalkontrollgerät einen entsprechenden Grenzwert vorgibt, der eine Bewegung des Pedals gemäß dem Wert der zulässigen Fahrpedalstellung begrenzt.

Das Fahrermodell verwendet ein Fahrzeugmodell zum Ermitteln einer relativen Bedarfsleistung unter Verwendung von Formel (2) und (3).

$$P_{dem} = F_{total} \cdot v_{dem} \quad (2),$$

$$P_{rel} = \frac{P_{dem}}{P_{max}} \cdot 100\% \quad (3).$$

Dabei gilt: „ $v_{dem}$ “ ist eine aktuelle Zielgeschwindigkeit in Meter pro Sekunde und

$$F_{total} = F_{Luft} + F_{inc} + F_{prop}, \text{ wobei } F_{Luft} = A_0 + B_0 \cdot v_{dem} + C_0 \cdot v_{dem}^2,$$

$$F_{inc} = m \cdot g \cdot v_{dem} \cdot \sin \alpha, \text{ und } F_{prop} = m \cdot a_{dem}, \text{ „}P_{rel}\text{“ entspricht einer Bedarfsleistung,}$$

$P_{dem}$  einer geforderten Leistung,  $P_{max}$  einer Maximalleistung eines jeweiligen

Fahrzeugs,  $v_{dem}$  einer geforderten Geschwindigkeit. Die Parameter  $m$ ,  $P_{max}$ ,  $A_0$ ,  $B_0$  and  $C_0$  sind Variablen der Funktion, die Erdbeschleunigung  $g$  entspricht  $9,81 \text{ m/s}^2$  im

Quadrat und der Neigungswinkel bestimmt sich durch  $\alpha = \tan^{-1} \frac{rg}{100}$ .

In Fig. 2 ist eine Kontrollvorrichtung 200 dargestellt. Die Kontrollvorrichtung 200 umfasst ein Fahrermodul 201, das dazu konfiguriert ist, ein Fahrermodell zu betreiben.

Das Fahrermodul 201 umfasst ein Fahrzeugmodul 203, das dazu konfiguriert ist, eine an dem Fahrzeug einzustellende Fahrpedalstellung zu ermitteln.

Ferner umfasst das Fahrermodul 201 ein Bedarfsermittlungsmodul 205, das dazu konfiguriert ist, eine Bedarfsleistung als Anteil an einer Totalleistung, die von einem Antrieb des Fahrzeugs erbracht werden kann, zu ermitteln, wobei die Bedarfsleistung einer Leistung entspricht, die benötigt wird, um das Fahrzeug mit einer geforderten Geschwindigkeit und/oder einer geforderten Beschleunigung entlang eines vorgegebenen Streckenverlaufs zu bewegen.

Ferner umfasst das Fahrermodul 201 ein Zuordnungsmodul 207, das dazu konfiguriert ist, der Bedarfsleistung einen Wert einer zulässigen Fahrpedalstellung zuzuordnen.

Ferner umfasst das Fahrermodul 201 ein Übergabemodul 209 umfasst, das dazu konfiguriert ist, den Wert der zulässigen Pedalstellung an das Fahrermodell zum Kontrollieren des Fahrzeugs zu übergeben.

Mittels einer Schnittstelle 211, die bspw. als drahtlosschnittstelle oder als kabelgebundene Schnittstelle ausgestaltet sein kann, steht die Kontrollvorrichtung 200 in kommunikativer Verbindung mit einem Fahrzeug bzw. einer Aktuatorik, wie bspw. einem Pedalsteller, zum Kontrollieren eines Fahrzeugs.

In Fig. 3 ist ein Kontrollmodul 300 dargestellt. Das Kontrollmodul 300 umfasst eine Bestimmungseinheit 301 zum adaptiven bzw. dynamischen Bestimmen eines oberen Grenzwerts und eines unteren Grenzwerts einer zulässigen Fahrpedalstellung.

Als Eingangssignal erhält die Bestimmungseinheit 301 einen aktuellen Wert einer Fahrpedalstellung 303 aus einer Pedalvorsteuerungseinheit und eine vorgegebene Minimalwertfunktion 305, anhand derer der untere Grenzwert direkt bestimmt wird.

Die vorgegebene Minimalwertfunktion 305 kann bspw. eine Funktion oder eine Zuordnungstabelle zum Bestimmen einer Minimalstellung eines Fahrpedals sein.

Ferner bestimmt die Bestimmungseinheit 301 anhand einer Bedarfsleistung, die für einen jeweiligen Straßenverlauf bzw. Streckenabschnitt erforderlich ist, den oberen Grenzwert der zulässigen Fahrpedalstellung.

Ferner umfasst das Kontrollmodul 300 einen PID-Regler 307, der anhand einer aktuellen Fahrzeugbeschleunigung 309 und einer für den jeweiligen Straßenverlauf bzw. Streckenabschnitt geforderten Beschleunigung 311 einen Wert 313 zum Einstellen des Fahrpedals des Fahrzeugs bestimmt.

Die Bestimmungseinheit 301 gleicht einen von dem PID-Regler ermittelten Wert 313 zum Einstellen des Fahrpedals mit dem unteren und dem oberen Grenzwert ab. Sollte der von dem PID-Regler 307 ermittelte Wert größer als der obere Grenzwert oder kleiner als der untere Grenzwert sein, wird eine entsprechende Bewegung des Fahrpedals über den oberen Grenzwert oder unter den unteren Grenzwert verhindert, indem bspw. der durch den PID-Regler 307 ermittelte Wert durch den oberen oder den unteren Grenzwert ersetzt wird.

Alternativ kann vorgesehen sein, dass durch das Bestimmungsmodul der PID-Regler 307 ersetzt wird oder dass der PID-Regler 307 dem Bestimmungsmodul nachgeschaltet wird, um von dem Bestimmungsmodul ermittelte Werte zu glätten bzw. Schwankungen in den von dem Bestimmungsmodul ermittelten Werten auszugleichen.

Der obere Grenzwert und der untere Grenzwert werden kontinuierlich in Abhängigkeit des Straßenverlaufs und einer aktuellen Fahrzeuggeschwindigkeit und/oder der aktuellen Geschwindigkeit des Fahrzeugs aktualisiert.

Dabei kann der Wert zum Einstellen des Fahrpedals bspw. mittels der folgenden Formeln (4), (5) ermittelt werden:

$$y(t) = u(t) \quad (4)$$

Formel (4) gilt für folgende Bedingung:  $u(t) \geq 0,999y(t - 1)$ , andernfalls gilt Formel (5).

$$y(t) = 0,999y(t - 1) \quad (5)$$

Dabei gilt: „ $y(t)$ “ entspricht einem Wert zum Einstellen eines Fahrpedals, „ $u(t)$ “ einem Eingangswert, wie bspw. einem mittels eines Faktors von insbesondere 1,5 faktorisierten Wert zum Einstellen eines Fahrpedals, der in einem aktuellen Zeitpunkt unmittelbar vorangehenden Stellschritt ermittelt wurde, „ $t$ “ entspricht der Zeit in [Sekunden], „0,999“ einem Gewichtungswert.

Die Erfindung lässt neben den dargestellten Ausführungsformen weitere Gestaltungsgrundsätze zu. Dies bedeutet, die Erfindung soll nicht auf die mit Bezug auf die Figuren erläuterten Ausführungsbeispiele beschränkt betrachtet werden.

**Bezugszeichenliste**

100	Ablauf
101	erster Ermittlungsschritt
103	zweiter Ermittlungsschritt
105	Zuordnungsschritt
107	Übergabeschritt
200	Kontrollvorrichtung
201	Fahrermodul
203	Fahrzeugmodul
205	Bedarfsermittlungsmodul
207	Zuordnungsmodul
209	Übergabemodul
211	Schnittstelle
300	Kontrollmodul
301	Bestimmungseinheit
303	Wert einer Fahrpedalstellung
305	Minimalwertfunktion
307	PID-Regler
309	Wert einer aktuellen Fahrzeugbeschleunigung
311	geforderte Beschleunigung
313	Wert zum Einstellen des Fahrpedals

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Fahrermodells zum Kontrollieren eines Fahrzeugs,  
wobei das Fahrermodell ein Fahrzeugmodul (203) umfasst, das eine an dem Fahrzeug einzustellende Pedalstellung ermittelt,  
wobei mittels des Fahrzeugmoduls (203) eine Bedarfsleistung als Anteil an einer Totalleistung, die von einem Antrieb des Fahrzeugs erbracht werden kann, ermittelt wird,  
wobei die Bedarfsleistung einer Leistung entspricht, die benötigt wird, um das Fahrzeug mit einer geforderten Geschwindigkeit und/oder einer geforderten Beschleunigung (311) entlang eines vorgegebenen Straßenverlaufs zu bewegen, und  
wobei der Bedarfsleistung ein Wert (313) einer zulässigen Pedalstellung zugeordnet wird, und  
wobei der Wert (313) der zulässigen Pedalstellung an das Fahrermodell zum Kontrollieren des Fahrzeugs übergeben wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
das Fahrermodell ein Kontrollmodul (300) umfasst, mittels dessen ein Stellwert zum Einstellen des Fahrpedals ermittelt wird,  
wobei der Stellwert, insbesondere dynamisch, durch einen oberen Grenzwert begrenzt wird, der auf Grundlage des Werts (313) der zulässigen Pedalstellung ermittelt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
mittels des Kontrollmoduls (300) der obere Grenzwert für den Stellwert des Pedals ermittelt wird, indem für den Fall, dass eine Leistungsanforderung, die von dem Antrieb des Fahrzeugs bereitzustellen ist, zunimmt, der obere Grenzwert der Leistungsanforderung entsprechend erhöht wird, und für den Fall, dass die aktuelle Leistungsanforderung kleiner ist als ein gewichteter Kennwert, der einem mit einem Gewichtungsfaktor gewichteten Wert einer der

aktuellen Leistungsanforderung unmittelbar vorangehenden Leistungsanforderung entspricht, der gewichtete Wert als oberer Grenzwert gewählt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
ein Übergabewert, der dem Kontrollmodul (300) zum Ermitteln des oberen Grenzwerts übergeben wird, einem Wert der zulässigen Pedalstellung entspricht, der mit einem Faktor multipliziert wurde.
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
der Gewichtungsfaktor einem Wert kleiner eins entspricht.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
das Kontrollmodul (300) den Stellwert mittels eines PID-Reglers (307) einstellt.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 6,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
der Stellwert durch einen unteren Grenzwert begrenzt wird,  
wobei der untere Grenzwert auf Grundlage des Werts (313) der zulässigen Pedalstellung ermittelt wird oder der untere Grenzwert fest vorgegeben ist.
8. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
das Fahrermodell ein Zielbeschleunigungsbestimmungsmodul umfasst, mittels dessen eine durch das Fahrzeug zu erbringende Beschleunigungsleistung ermittelt wird, indem für eine Geschwindigkeitsdifferenz zwischen einer für mindestens einen zukünftigen Zeitpunkt geforderten Geschwindigkeit und einer für einen aktuellen Zeitpunkt geforderten Geschwindigkeit ermittelt wird und anhand der ermittelten Geschwindigkeitsdifferenz eine zum Ausgleichen der Geschwindigkeitsdifferenz zu erbringende Beschleunigungsleistung ermittelt wird, und wobei das Zielbeschleunigungsbestimmungsmodul die ermittelte zu

erbringende Beschleunigungsleistung dem Fahrermodell als geforderte Beschleunigungsleistung übergibt.

9. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
der vorgegebene Straßenverlauf ein mittels mindestens eines Sensors des Fahrzeugs erfasster Straßenverlauf und/oder ein mittels einer digitalen Karte für eine jeweilige zu befahrende Streckenführung ermittelter Straßenverlauf ist.
10. Kontrollvorrichtung (200) zum Betreiben eines Fahrermodells zum Kontrollieren eines Fahrzeugs,  
wobei die Kontrollvorrichtung ein Fahrermodul (201) umfasst, das dazu konfiguriert ist, das Fahrermodell zu betreiben, wobei  
das Fahrermodul ein Fahrzeugmodul (203) umfasst, das dazu konfiguriert ist, eine an dem Fahrzeug einzustellende Pedalstellung zu ermitteln,  
wobei das Fahrermodul ein Bedarfsermittlungsmodul (205) umfasst, das dazu konfiguriert ist, eine Bedarfsleistung als Anteil an einer Totalleistung, die von einem Antrieb des Fahrzeugs erbracht werden kann, zu ermitteln, wobei die Bedarfsleistung einer Leistung entspricht, die benötigt wird, um das Fahrzeug mit einer geforderten Geschwindigkeit und/oder einer geforderten Beschleunigung entlang eines vorgegebenen Streckenverlaufs zu bewegen, und  
wobei das Fahrermodul ein Zuordnungsmodul (207) umfasst, das dazu konfiguriert ist, der Bedarfsleistung einen Wert (313) einer zulässigen Pedalstellung zuzuordnen, und  
wobei das Fahrermodul ein Übergabemodul (209) umfasst, das dazu konfiguriert ist, den Wert (313) der zulässigen Pedalstellung an das Fahrermodell zum Kontrollieren des Fahrzeugs zu übergeben.
11. Kontrollvorrichtung nach Anspruch 10,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
das Fahrermodul ein Kontrollmodul (300) umfasst, das dazu konfiguriert ist einen Stellwert zum Einstellen des Fahrpedals zu ermitteln,

wobei das Kontrollmodul (300) dazu konfiguriert ist, den Stellwert dynamisch durch einen oberen Grenzwert zu begrenzen, und den oberen Grenzwert auf Grundlage des Werts (313) der zulässigen Pedalstellung zu ermitteln.

12. Kontrollvorrichtung nach Anspruch 10 oder 11,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
das Fahrermodul (201) ein Zielbeschleunigungsbestimmungsmodul umfasst, das dazu konfiguriert ist, eine durch das Fahrzeug zu erbringende Beschleunigungsleistung zu ermitteln, indem für eine Geschwindigkeitsdifferenz zwischen einer für mindestens einen zukünftigen Zeitpunkt geforderten Geschwindigkeit und einer für einen aktuellen Zeitpunkt geforderten Geschwindigkeit ermittelt wird und anhand der ermittelten Geschwindigkeitsdifferenz die zum Ausgleichen der Geschwindigkeitsdifferenz zu erbringende Beschleunigungsleistung ermittelt wird, wobei das Fahrermodul (201) dazu konfiguriert ist, die ermittelte zu erbringende Beschleunigungsleistung dem Fahrermodell als geforderte Beschleunigungsleistung zu übergeben.
13. Verwendung einer Kontrollvorrichtung (200) nach einem der Ansprüche 10 bis 12, zur Durchführung eines Testlaufs für ein Fahrzeug.
14. Computerprogrammprodukt umfassend Programmcodemittel, die einen Computer zum Durchführen aller Schritte gemäß mindestens einem Verfahren der Ansprüche 1 bis 9 konfigurieren, wenn diese auf dem Computer ausgeführt werden.

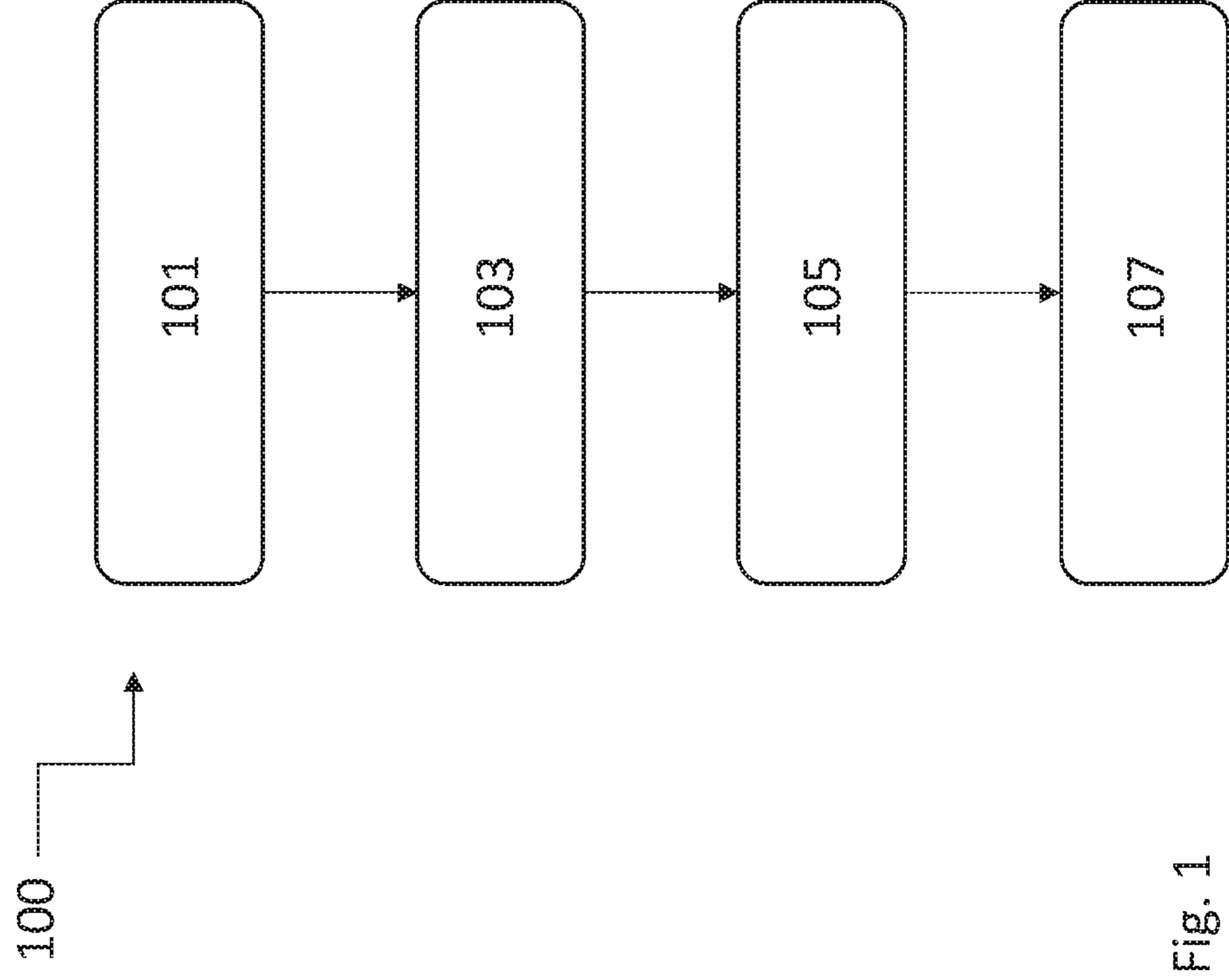


Fig. 1

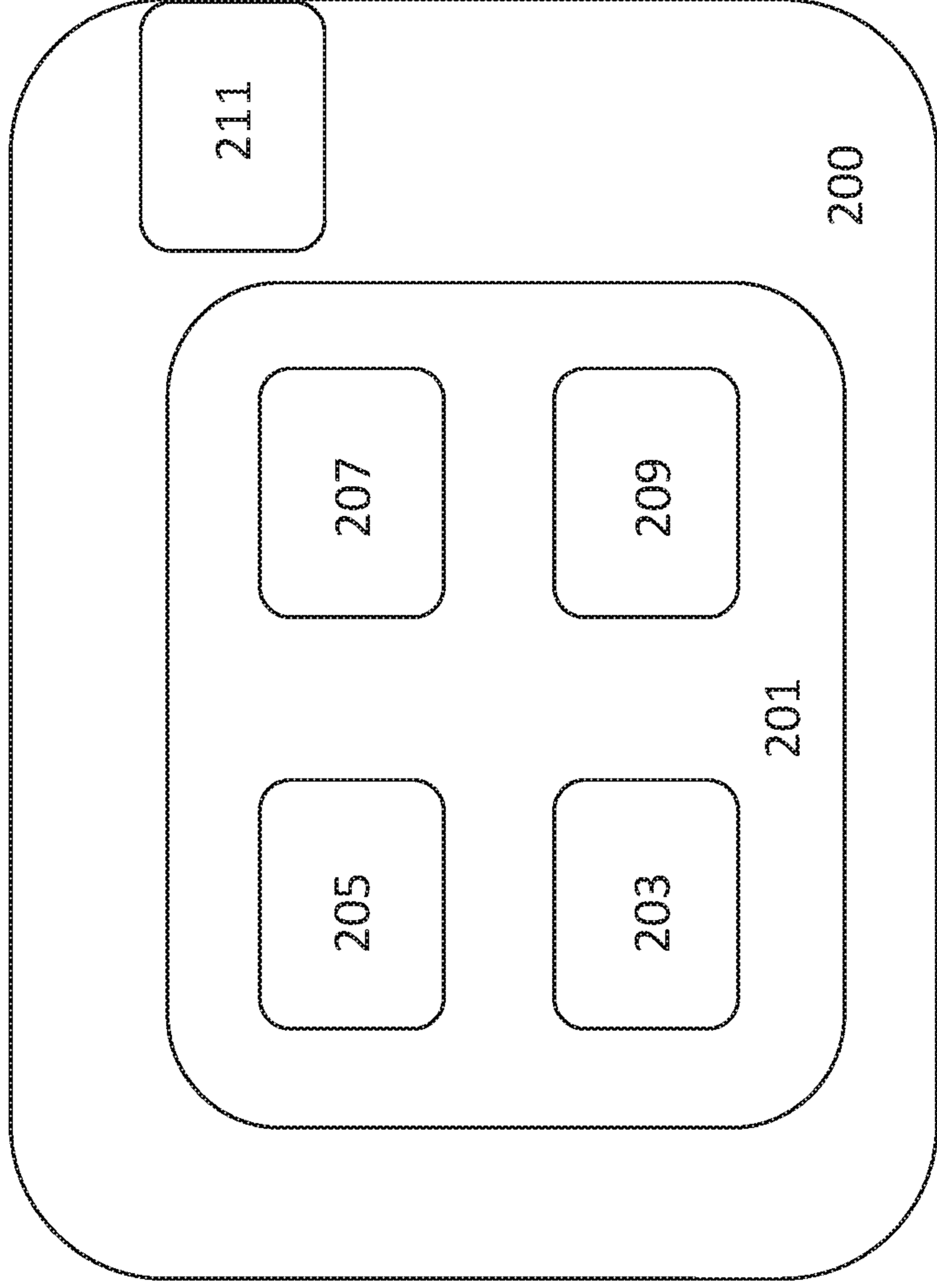


Fig. 2

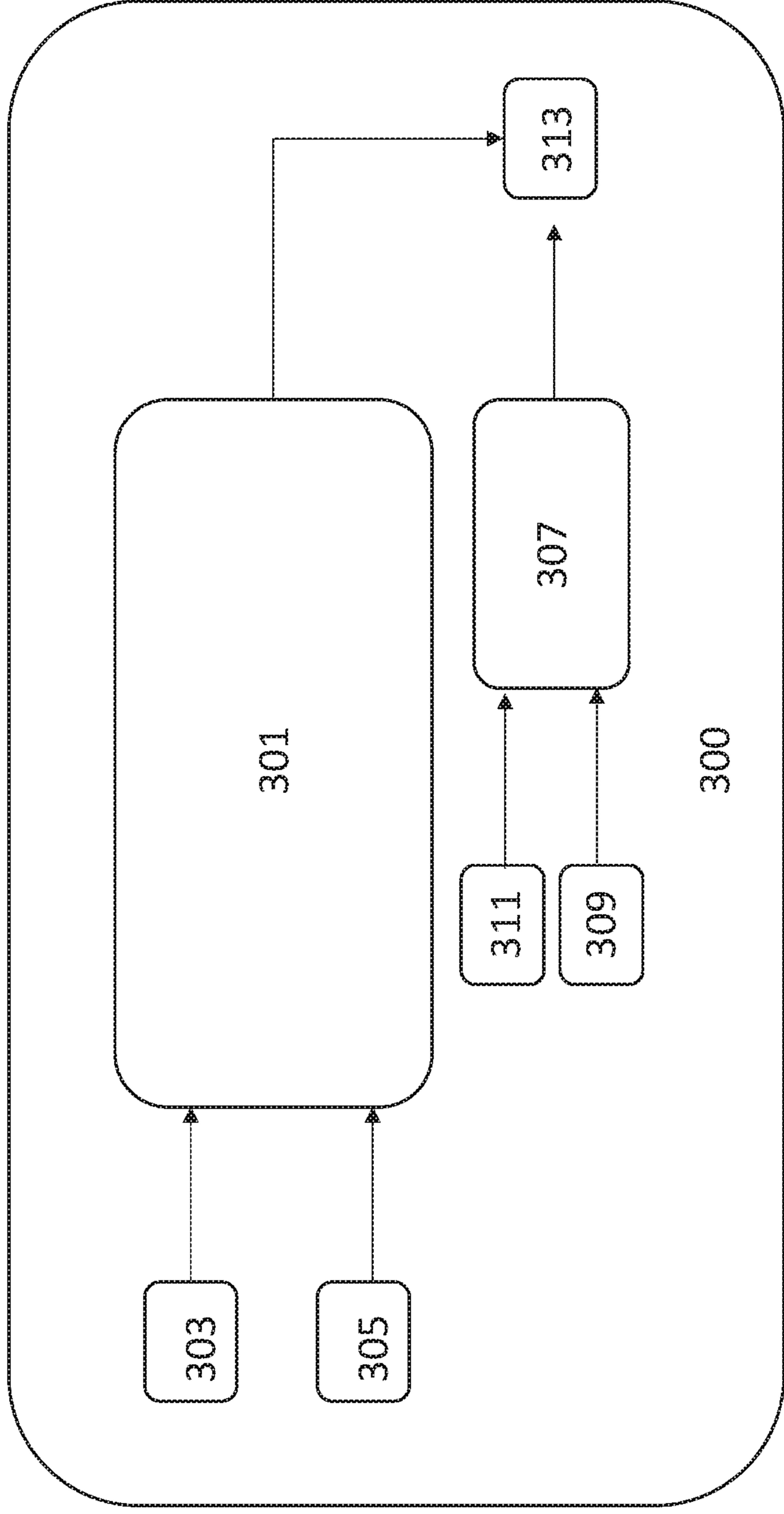


Fig. 3