

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer:	A 50409/2021	(51) Int. Cl.:	G08G 1/0967 (2006.01)
(22) Anmeldetag:	25.05.2021		G05D 1/02 (2006.01)
(43) Veröffentlicht am:	15.10.2022		B60W 60/00 (2020.01)
			B60W 50/14 (2012.01)
			G06Q 10/04 (2012.01)
			G06K 9/00 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen: DE 102020122638 A1 DE 102011083677 A1 EP 2950294 A1	(71) Patentanmelder: AVL LIST GMBH 8020 GRAZ (AT) (72) Erfinder: Wikström Niklas MSc 8020 Graz (AT) Weitere Erfinder siehe Beiblatt! (74) Vertreter: Babeluk Michael Dipl.Ing. Mag. 1080 WIEN (AT)
--	---

(54) **VERFAHREN ZUM VORAUSSCHAUENDEN ABSCHÄTZEN EINES VERLAUFES**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum vorausschauenden Abschätzen eines Verlaufes (V2) zumindest eines ersten Parameters (P1) auf einer Fahrt eines Ego- Kraftfahrzeuges auf einer definierten Fahrstrecke (FS), welche sich aus einem durch das Ego-Kraftfahrzeug bereits absolvierten ersten Streckenabschnitt (FS1) und einem noch zu fahrenden zweiten Streckenabschnitt (FS2) zusammensetzt.

Dabei werden folgende Schritte durchgeführt:

- Auswählen eines ersten Parameters (P1) aus den Parametergruppen Fahren (DR), Energie (EN) und/oder Emissionen (EM);
- Herunterladen oder Erstellen einer Datenbank mit historischen Referenzverläufen (R1, R2, R3, R4, R5) des ausgewählten ersten Parameters (P1) für sich jeweils über den ersten (FS1) und zweiten Streckenabschnitt (FS2) erstreckende Referenzfahrten;
- Aufzeichnen eines Verlaufes (V1) des ausgewählten ersten Parameters (P1) für die Fahrt des Ego-Kraftfahrzeug über den ersten Streckenabschnitt (FS1);
- Vergleichen des Verlaufes (V1) des ersten Parameters (P1) für das Ego-Kraftfahrzeug mit den Referenzverläufen (R1, R2, R3, R4, R5) über den ersten Streckenabschnitt (FS1);

- Auswählen zumindest eines Referenzverlaufes (R3), welcher eine Ähnlichkeit mit dem Verlauf (V1) des ersten Parameters (P1) der Fahrt des Ego-Kraftfahrzeuges auf dem ersten Streckenabschnitt (FS1) aufweist;
- Vorhersage des Verlaufes des ersten Parameters (P1) für das Ego-Fahrzeug über den zweiten Streckenabschnitt (FS2) anhand des ausgewählten Referenzverlaufes (R3) im zweiten Streckenabschnitt (FS2).

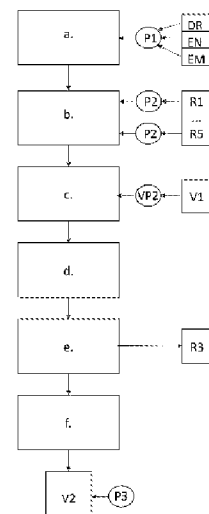


Fig. 1

(72) Erfinder: (Fortsetzung)

Huss Arno Dr.
8043 Graz (AT)
Boksebeld Sander MSc
8020 Graz (AT)
Jones Stephen John Dr.
8051 Graz (AT)
Deng Junpeng MSc
4040 Linz (AT)
Del Re Luigi Dr.
4040 Linz (AT)
Adelberger Daniel
4300 St. Valentin (AT)

Z U S A M M E N F A S S U N G

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum vorausschauenden Abschätzen eines Verlaufes (V2) zumindest eines ersten Parameters (P1) auf einer Fahrt eines Ego-Kraftfahrzeuges auf einer definierten Fahrstrecke (FS), welche sich aus einem durch das Ego-Kraftfahrzeug bereits absolvierten ersten Streckenabschnitt (FS1) und einem noch zu fahrenden zweiten Streckenabschnitt (FS2) zusammensetzt.

Dabei werden folgende Schritte durchgeführt:

- Auswählen eines ersten Parameters (P1) aus den Parametergruppen Fahren (DR), Energie (EN) und/oder Emissionen (EM);
- Herunterladen oder Erstellen einer Datenbank mit historischen Referenzverläufen (R1, R2, R3, R4, R5) des ausgewählten ersten Parameters (P1) für sich jeweils über den ersten (FS1) und zweiten Streckenabschnitt (FS2) erstreckende Referenzfahrten;
- Aufzeichnen eines Verlaufes (V1) des ausgewählten ersten Parameters (P1) für die Fahrt des Ego-Kraftfahrzeug über den ersten Streckenabschnitt (FS1);
- Vergleichen des Verlaufes (V1) des ersten Parameters (P1) für das Ego-Kraftfahrzeug mit den Referenzverläufen (R1, R2, R3, R4, R5) über den ersten Streckenabschnitt (FS1);
- Auswählen zumindest eines Referenzverlaufes (R3), welcher eine Ähnlichkeit mit dem Verlauf (V1) des ersten Parameters (P1) der Fahrt des Ego-Kraftfahrzeuges auf dem ersten Streckenabschnitt (FS1) aufweist;
- Vorhersage des Verlaufes des ersten Parameters (P1) für das Ego-Fahrzeug über den zweiten Streckenabschnitt (FS2) anhand des ausgewählten Referenzverlaufes (R3) im zweiten Streckenabschnitt (FS2).

Fig. 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum vorausschauenden Abschätzen eines Verlaufes, insbesondere eines Zeit- und/oder Wegverlaufes, zumindest eines Parameters auf einer Fahrt eines Ego-Kraftfahrzeuges auf einer definierten Fahrstrecke, welche sich aus einem durch das Ego-Kraftfahrzeug bereits absolvierten ersten Streckenabschnitt und zumindest einem noch zu fahrenden zweiten Streckenabschnitt zusammensetzt, auf der Basis von historischen Daten von einer oder mehrerer Referenzfahrt(en) zumindest eines Kraftfahrzeuges auf dem ersten Streckenabschnitt der Fahrstrecke. Weiters betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Unter Ego-Kraftfahrzeug ist hier ein – beispielsweise eigenes - Kraftfahrzeug zu verstehen, von welchem zumindest ein erster Parameter auf der Fahrt entlang der Fahrstrecke prognostiziert werden soll.

Vorausschauendes Energiemanagement (Predictive Energy Control) ist ein möglicher Bestandteil eines fortgeschrittenen Energiemanagementsystems für Kraftfahrzeuge, insbesondere Hybridfahrzeuge. Das vorausschauende Energiemanagement nutzt vor allem die Kenntnis einer geplanten Fahrroute und zu diesen Strecken eingespeicherte Informationen, vor allem Höhenverläufe und Geschwindigkeitsbeschränkungen, um den Geschwindigkeitsverlauf, den Beschleunigungs- und Abbremsbedarf optimal für Energieeinsatz, Energiemix und Energierückgewinnung zu nutzen.

Vorausschauende Energiemanagement-Funktionen, die Fahrerassistenzsysteme wie Radar und Satellitennavigation mit elektronischem Horizont und Datenverbindungen wie V2V (Vehicle to Vehicle Communication, V2I (Vehicle to Infrastructure), V2X (Vehicle to Everything) und/oder Cloud Computing nutzen, werden zunehmend in Serienfahrzeugen eingesetzt, um den Kraftstoff- oder Energieverbrauch abzuschätzen oder zu reduzieren. Eine wichtige Eingabe für viele dieser Funktionen ist insbesondere das vorhergesagte zukünftige Geschwindigkeitsprofil des gesteuerten Kraftfahrzeugs entlang der gefahrenen Strecke. Es gibt verschiedene Ansätze, um solche zukünftigen Geschwindigkeiten vorherzusagen. Diese existierenden Ansätze verlassen sich typischerweise stark auf historische Durchschnittsgeschwindigkeiten, die über Segmente entlang der Strecke gesammelt wurden, wie zum Beispiel die Durchschnittsgeschwindigkeiten am

gleichen Wochentag und zur gleichen Tageszeit über die letzten paar Wochen, und werden mit den aktuellen Verkehrseignissen und Geschwindigkeiten für Vorhersagen über einen kurzen Horizont kombiniert. Typischerweise ist die Vorhersagegenauigkeit von Ansätzen nach dem Stand der Technik insbesondere bei längerfristigen Vorhersagen deutlich reduziert, unter anderem weil (1) die gemessenen Geschwindigkeitsprofile des aktuell auf der Strecke fahrenden Verkehrs über den längeren Horizont nicht ausreichend berücksichtigt werden, (2) in den Vorhersagen primär nur aggregierte (und damit informationsreduzierte) statistische Daten wie die historischen Mittelwerte oder Varianzen über die Strecke verwendet werden, und (3) keine oder nur eine sehr eingeschränkte Berücksichtigung des spezifischen Fahrzeugs und Fahrers erfolgt, für den die Vorhersagen gemacht werden und daher zugeschnitten sein sollten.

Aufgabe der Erfindung ist es, die Genauigkeit der Vorhersage des Zeit- und/oder Wegverlaufes zumindest eines Parameters auf einer Fahrstrecke zu verbessern.

Erfindungsgemäß erfolgt die Lösung der Aufgabe dadurch, dass folgende Schritte durchgeführt werden:

- a. Auswählen des zumindest einen ersten Parameters aus den Parametergruppen „Fahren“, „Energie“ und/oder „Emissionen“;
- b. Herunterladen oder Erstellen einer Datenbank mit zumindest einem historischen Referenzverlauf des ausgewählten ersten Parameters für zumindest eine Referenzfahrt über den ersten Streckenabschnitt und den zweiten Streckenabschnitt;
- c. Aufzeichnen eines Verlaufes des ausgewählten ersten Parameters für die Fahrt des Ego-Kraftfahrzeug über den ersten Streckenabschnitt;
- d. Vergleichen des Verlaufes des ersten Parameters für das Ego-Kraftfahrzeug mit dem zumindest einen historischen Referenzverlauf über den ersten Streckenabschnitt;
- e. Auswählen zumindest eines Referenzverlaufes, welcher eine – vorzugsweise die größte - Ähnlichkeit mit dem Verlauf des ersten Parameters der Fahrt des Ego-Kraftfahrzeuges hat;

- f. Vorhersage des Verlaufes des ersten Parameters für das Ego-Fahrzeug über den zweiten Streckenabschnitt anhand des ausgewählten Referenzverlaufes im zweiten Streckenabschnitt.

Die Schritte b. und c. können auch in umgekehrter Reihenfolge oder zeitgleich erfolgen.

Der zumindest eine erste Parameter wird in Schritt a. aus den Parametergruppen „Fahren“, „Energie“ und/oder „Emissionen“ gewählt. Vorzugsweise wird der Parametergruppe „Fahren“ zumindest ein erster Parameter aus der Gruppe Fahrzeuggeschwindigkeit, Fahrdauer, Geschwindigkeitsänderungen zugeordnet. Alternativ oder zusätzlich kann der Parametergruppe „Energie“ zumindest ein erster Parameter aus der Gruppe Energieverbrauch, energetischer Wirkungsgrad, Ladezustand, Tankinhalt, Reichweite und/oder Parametergruppe „Emissionen“ zumindest ein erster Parameter aus der Gruppe Abgasemissionen – beispielsweise CO, HC, NO_x, NH₃, CO₂, Partikelemissionen -, Reifenabrieb, Bremsenabrieb zugeordnet werden. Zumindest ein erster Parameter wird somit aus der Gruppe Fahrzeuggeschwindigkeit, Fahrdauer, Geschwindigkeitsänderungen, Energieverbrauch, energetischer Wirkungsgrad, Ladezustand, Tankinhalt, Reichweite, Abgasemissionen, Reifenabrieb und Bremsenabrieb gewählt.

Die heruntergeladene oder erstellte Datenbank mit historischen Referenzverläufen des ausgewählten Parameters basiert auf Messungen von Kraftfahrzeugen, die in der Vergangenheit Referenzfahrten auf dem ersten und zweiten Streckenabschnitt zurückgelegt haben. Dabei kann es sich um Referenzfahrten des Ego-Kraftfahrzeuges oder von typgleichen Kraftfahrzeugen oder von typverschiedenen Kraftfahrzeugen handeln.

In Schritt c. werden die Werte des ausgewählten ersten Parameters für eine aktuelle Fahrt des Ego-Kraftfahrzeuges über den ersten Streckenabschnitt gesammelt. Der erste Streckenabschnitt ist jene Teilstrecke der gesamten Fahrstrecke, die vom Ego-Kraftfahrzeug – beginnend mit dem Streckenbeginn oder einem definierten Streckenabschnittbeginn – innerhalb einer definierten Dauer oder innerhalb einer definierten Streckenlänge oder bis zum aktuellen Zeitpunkt oder dem aktuellen Ort des Ego-Kraftfahrzeug zurückgelegt worden ist. Beispielsweise kann sich der erste Streckenabschnitt auf eine Teilstreckenlänge von beispielsweise

etwa 20km oder eine innerhalb einer Zeit von beispielsweise etwa 20 Minuten zurückgelegte Teilstrecke beziehen.

Danach wird in Schritt d. der in Schritt c. aufgezeichnete Verlauf des ersten Parameters für das Ego-Kraftfahrzeug mit den historischen Referenzverläufe des ersten Parameters aus Schritt b. verglichen.

In einer Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, dass für den Vergleich in Schritt d. Referenzfahrten des Ego-Kraftfahrzeugs und/oder von Kraftfahrzeugen des gleichen Typs wie das Ego-Kraftfahrzeug bevorzugt ausgewählt werden.

Es werden somit zuerst aufgezeichnete frühere Referenzverläufe des Ego-Kraftfahrzeuges auf der ersten Fahrtstrecke gesucht und für den Vergleich herangezogen, falls eine ausreichend hohe Anzahl solcher Referenzverläufe des Ego-Kraftfahrzeuges verfügbar ist. Solche Referenzverläufe sollten insbesondere dann verfügbar sein, wenn das Ego-Kraftfahrzeug auf einer Fahrtstrecke fährt, die einen regelmäßigen Pendelroute des Ego-Kraftfahrzeuges darstellt.

Falls solche nicht auffindbar sind oder von dem in Schritt c. aufgezeichneten aktuellen Verlauf des ausgewählten Parameters für die Fahrt des Ego-Kraftfahrzeuges auf dem ersten Streckenabschnitt zu sehr abweichen, werden für den Vergleich auch historische Referenzverläufe von anderen Kraftfahrzeugen auf der ersten Fahrtstrecke herangezogen.

In einer Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, dass den historischen Referenzverläufe beim Erstellen in Schritt a. zumindest ein zweiter Parameter aus einer Parametergruppe „Statusinformation“ zugeordnet wird, wobei der zumindest eine zweite Parameter aus der Parametergruppe „Statusinformation“ beim Vergleichen und dem Auswählen in den Schritten d. und e. berücksichtigt wird, wobei vorzugsweise der Parametergruppe „Statusinformation“ zumindest ein Parameter aus der Gruppe Tageszeit, Wochentag, Monat, Jahreszeit, Temperatur, Witterung, Straßenverhältnisse, Straßenzustand, Fahrertyp, Fahrzeugtyp, Verkehrsdichte, Stau, Haltestellen, Haltezeiten, Baustellen, Verkehrsunfälle zugeordnet wird.

Vorzugsweise wird für jeden historischen Referenzverlauf zumindest ein aktueller Statusparameter des Ego-Kraftfahrzeuges mit dem entsprechenden zweiten

Parameter der Parametergruppe „Statusinformation“ des Referenzverlaufes verglichen, wobei auf der Basis des zumindest einen zweiten Parameters aus der Parametergruppe „Statusinformation“ die Referenzverläufe nach Relevanz klassifiziert werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann wesentlich verkürzt werden, wenn nur Referenzverläufe mit höchster Relevanz für die Schritte d. und/oder e. herangezogen werden.

Für die Auswahl in Schritt e. wird ein historischer Referenzverlauf mit der höchsten Ähnlichkeit oder eine Kombination aus mehreren historischen Profilen mit dem höchsten Ähnlichkeitsgrad verwendet, um die zukünftigen Verlauf des ersten Parameters für das Ego-Kraftfahrzeug vorherzusagen.

Der Grad der Ähnlichkeit zwischen den historischen Referenzverläufen aus der Datenbank und den gemessenen aktuellen Verläufen des Ego-Kraftfahrzeuges kann mit verschiedenen mathematischen Ansätzen oder Methoden in einer Ähnlichkeitsanalyse berechnet werden. Ein einfaches Beispiel ist die Berechnung der Wurzel der mittleren Fehlerquadratsumme ($RMSE = \text{Root Mean Square Error}$) zwischen den ersten Parametern über alle oder eine Auswahl diskreter Entfernungspunkte über den ersten Streckenabschnitt, beispielsweise über die letzten 10 km Fahrt entlang der betrachteten Fahrstrecke, um den Referenzverlauf in der Datenbank zu identifizieren, der die niedrigste Summe der Fehlerquadratsumme erzeugt. Sobald dieser Referenzverlauf identifiziert ist, werden die zukünftigen geschätzten ersten Parameter für das Ego-Kraftfahrzeug aus den ersten Parametern des ähnlichsten Referenzverlaufes für den zweiten Streckenabschnitt genommen.

Durch Berücksichtigung der Ähnlichkeit zwischen dem aktuellen Verlauf des Ego-Kraftfahrzeuges mit historisch aufgezeichneten Referenzverläufen der Werte des ausgewählten ersten Parameters kann eine deutliche Verbesserung der Vorhersagen von mindestens einem ersten Parameter in Bezug auf eine Fahrstrecke oder Fahrdauer für ein Fahrzeug oder einen Antriebsstrang oder den Verkehr erzielt werden.

In weiterer Ausführung der Erfindung ist vorgesehen, dass zumindest ein dritter Parameter aus einer Parametergruppe „Routeninformation“ mit Information über

den zweiten Streckenabschnitt bereitgestellt und bei der Vorhersage des Verlaufes des ersten Parameters für das Ego-Kraftfahrzeug im zweiten Streckenabschnittes berücksichtigt wird. Dabei wird der Parametergruppe „Routeninformation“ zumindest ein dritter Parameter aus der Gruppe zu erwartende durchschnittliche Verkehrsgeschwindigkeiten, Größe der Schwankungen der Verkehrsgeschwindigkeiten, typische Beschleunigungen oder Verzögerung des Verkehrs, durchschnittliche Fahrzeit, Geschwindigkeitsbegrenzungen, Straßentopologie, Verkehrsschilder, Verkehrsampeln, Abstände zwischen Fahrzeugen, Witterung, Sichtweite, Geofencing-Beschränkungen, Straßenverhältnisse, Straßenzustand, Verkehrsdichte, Stau, Haltestellen, Haltezeiten, Baustellen, Verkehrsunfälle, Straßensperren, Fahrverbote, Verkehrsbeschränkungen zugeordnet. Mit Geofencing wird das automatisierte Auslösen einer Aktion durch das Überschreiten einer geolokalisierten Begrenzung bezeichnet.

Günstigerweise wird der zumindest eine dritte Parameter aus der Parametergruppe „Routeninformation“ mittels drahtloser Kommunikation, vorzugsweise über Fahrassistenzsysteme, V2V, V2I, V2X und/oder Cloud Computing bereitgestellt.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist auf verschiedene Antriebsstrangtopologien und -technologien (brennkraftmaschinenbasiert, hybridisiert, voll elektrifiziert, brennstoffzellenbasiert) und Fahrzeugtypen (Passagierfahrzeuge, Nutzfahrzeug, Straßenfahrzeuge, Geländefahrzeuge, Schienenfahrzeuge) anwendbar.

Zum Unterschied von aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren, bei denen nur aggregierte statistische Daten wie die Mittel- und Varianzwerte zwischen historischen Referenzverläufen berechnet und verwendet werden, wird beim erfindungsgemäßen Verfahren die vollständige Information aus mehreren einzelnen vollständigen historischen Referenzverläufen zur Verbesserung der Vorhersagen verwendet.

Der gemessene Parameterverlauf aus der aktuell betrachteten Fahrt des Ego-Kraftfahrzeuges wird direkt in den Vorhersagen berücksichtigt, so dass sich die Vorhersagen schnell und automatisch an die spezifischen Bedingungen anpassen können, die aktuell für das Ego-Kraftfahrzeug, seine Route, die Verkehrsbedingungen usw. relevant sind. Zum Beispiel kann der aktuelle Fahrstil

des Fahrzeugs teilweise aus dem aktuellen Geschwindigkeitsprofil des Fahrers einschließlich der Beschleunigungen und Verzögerungen identifiziert werden.

Der Ansatz kann optional auch in Fällen angewendet werden, in denen nur begrenzte oder keine Off-Board-Routen- oder Verkehrsdaten verfügbar sind, insbesondere auf Strecken, die regelmäßig vom Fahrzeug befahren werden und für die daher Daten rein an Bord des Fahrzeugs gesammelt werden können.

Das Verfahren kann auf beliebige Streckenlängen angewendet werden, und es ist problemlos möglich, verschiedenen Streckenabschnitten in den Vorhersagen unterschiedliche Prioritäten oder Gewichtungen zuzuweisen.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand der nicht einschränkenden Figuren näher erläutert. Darin zeigen

Fig. 1 ein Blockdiagramm mit dem erfindungsgemäßen Verfahren und

Fig.2 ein Diagramm mit Verläufen für einen ausgewählten ersten Parameter.

Fig. 1 zeigt das erfindungsgemäße Verfahren zum vorausschauenden Abschätzen eines Verlaufes V2, beispielsweise eines Zeit- und/oder Wegverlaufes, eines ersten Parameters P1 auf einer Fahrt eines Ego-Kraftfahrzeuges auf einer definierten Fahrstrecke FS anhand eines Blockdiagrammes. Die Fahrstrecke FS setzt sich aus einem durch das Ego-Kraftfahrzeug bereits absolvierten ersten Streckenabschnitt FS1 und zumindest einem noch zu fahrenden zweiten Streckenabschnitt FS2 zusammen. Das vorausschauende Abschätzen des ersten Parameters P1 über dem zweiten Streckenabschnitt erfolgt auf der Basis von historischen Daten von Referenzfahrten, nämlich zumindest einem historischen Referenzverlauf R1, R2, R3, R4, R5 des für den ersten Parameter P1 zumindest eines Kraftfahrzeuges auf dem ersten Streckenabschnitt FS1 der Fahrstrecke FS. Dabei werden folgende Schritte durchgeführt:

- a. Auswählen zumindest eines ersten Parameters P1 aus den Parametergruppen „Fahren“ DR, „Energie“ EN und/oder „Emissionen“ EM;
- b. Herunterladen oder Erstellen einer Datenbank mit zumindest einem historischen Referenzverlauf R1, R2, R3, R4, R5 des ausgewählten ersten

Parameters P1 für sich jeweils über den ersten FS1 und zweiten Streckenabschnitt FS2 erstreckende Referenzfahrten;

- c. Ermitteln und/oder Aufzeichnen eines Verlaufes V1 des ausgewählten ersten Parameters P1 für die Fahrt des Ego-Kraftfahrzeug über den ersten Streckenabschnitt FS1;
- d. Vergleichen des Verlaufes V1 des ersten Parameters P1 für das Ego-Kraftfahrzeug mit dem zumindest einen historischen Referenzverlauf R1, R2, R3, R4, R5 über den ersten Streckenabschnitt FS1;
- e. Auswählen zumindest eines Referenzverlaufes R3, welcher eine – vorzugsweise die größte - Ähnlichkeit mit dem Verlauf V1 des ersten Parameters P1 der Fahrt des Ego-Kraftfahrzeuges auf dem ersten Streckenabschnitt aufweist;
- f. Vorhersage des Verlaufes des ersten Parameters P1 für das Ego-Fahrzeug über den zweiten Streckenabschnitt FS2 anhand des ausgewählten Referenzverlaufes R3 im zweiten Streckenabschnitt FS2.

Die Schritte b. und c. können auch in umgekehrter Reihenfolge oder zeitgleich durchgeführt werden.

Der Parametergruppe „Fahren“ DR weist zumindest einen ersten Parameter P1 aus der Gruppe Fahrzeuggeschwindigkeit, Fahrdauer und Geschwindigkeitsänderungen auf. Die Parametergruppe „Energie“ EN weist zumindest einen ersten Parameter P1 aus der Gruppe Energieverbrauch, energetischer Wirkungsgrad, Ladezustand, Tankinhalt und Reichweite auf. Die Parametergruppe „Emissionen“ EM weist zumindest einen ersten Parameter P1 aus der Gruppe Abgasemissionen, Reifenabrieb und Bremsenabrieb auf. Der erste Parameter P1 wird also aus der Gruppe Fahrzeuggeschwindigkeit, Fahrdauer, Geschwindigkeitsänderungen, Energieverbrauch, energetischer Wirkungsgrad, Ladezustand, Tankinhalt, Reichweite, Abgasemissionen, Reifenabrieb und Bremsenabrieb gewählt.

Für den Vergleich in Schritt d. werden – falls vorhanden - beispielsweise Referenzfahrten des Ego-Kraftfahrzeugs und/oder von Kraftfahrzeugen des gleichen Typs wie das Ego-Kraftfahrzeug bevorzugt ausgewählt.

Beim Erstellen der historischen Referenzverläufe R1, R2, R3, R4, R5 in Schritt b. kann jedem Referenzverlauf jeweils zumindest ein zweiter Parameter P2 aus einer Parametergruppe „Statusinformation“ zugeordnet werden. Die zweiten Parameter P2 aus der Parametergruppe „Statusinformation“ werden beim Vergleichen und dem Auswählen in den Schritten d. und e. berücksichtigt. Der zweite Parameter P2 kann beispielsweise aus der Gruppe Tageszeit, Wochentag, Feiertag, Monat, Jahreszeit, Ferienzeit, Temperatur, Witterung, Sichtweite, Geofencing-Beschränkungen, Straßenverhältnisse, Straßenzustand, Fahrertyp, Fahrstil, Fahrzeugtyp, Fahrzeugzustand, Verkehrsdichte, Stau, Haltestellen, Haltezeiten, Baustellen, Verkehrsunfälle gewählt werden.

Für jeden historischen Referenzverlauf R1, R2, R3, R4, R5 wird zumindest ein bereitgestellter aktueller Statusparameter VP2 des Ego-Kraftfahrzeuges mit dem entsprechenden zweiten Parameter P2 der Parametergruppe „Statusinformation“ des historischen Referenzverlaufes R1, R2, R3, R4, R5 verglichen. Auf der Basis des zumindest einen zweiten Parameters P2 aus der Parametergruppe „Statusinformation“ werden die Referenzverläufe R1, R2, R3, R4, R5 nach Relevanz klassifiziert, wobei insbesondere nur Referenzverläufe R1, R2, R3, R4, R5 mit höchster Relevanz für die Schritte d. und e. herangezogen werden.

In Schritt d. wird für jeden in Betracht gezogenen Referenzverlauf R1, R2, R3, R4, R5 eine Ähnlichkeitsanalyse in Bezug auf den Verlauf des ersten Parameters P1 des Ego-Kraftfahrzeuges durchgeführt. Beispielsweise kann der Ähnlichkeitsgrad mittels der Wurzel der mittleren Fehlerquadratsumme bestimmt werden.

Für die Auswahl in Schritt e. wird ein Referenzverlauf R3 mit höchster Ähnlichkeit oder eine Kombination aus mehreren historischen Referenzverläufen R1, R2, R3, R4, R5 mit höchsten Ähnlichkeitsgraden, und/oder höchster Relevanz herangezogen.

Weiters kann zumindest ein dritter Parameter P3 aus einer Parametergruppe „Routeninformation“ mit Information über den zweiten Streckenabschnitt bereitgestellt und bei der Vorhersage des Verlaufes V2 des ersten Parameters P1 für das Ego-Kraftfahrzeug im zweiten Streckenabschnittes FS2 berücksichtigt werden. Der dritte Parameter P3 aus der Parametergruppe „Routeninformation“ beinhaltet Informationen über zu erwartende durchschnittliche Verkehrsgeschwindigkeiten, Schwankungen der Verkehrsgeschwindigkeiten,

typische Beschleunigungen oder Verzögerung des Verkehrs, durchschnittliche Fahrzeit, Geschwindigkeitsbegrenzungen, Straßentopologie, Verkehrsschilder, Verkehrsampeln, Abstände zwischen Fahrzeugen, Witterung, Sichtweite, Geofencing-Beschränkungen, Straßenverhältnisse, Straßenzustand, Verkehrsdichte, Stau, Haltestellen, Haltezeiten, Baustellen, Verkehrsunfälle, Straßensperren, Fahrverbote, Verkehrsbeschränkungen, etc. im zweiten Streckenabschnitt. Diese Informationen werden beispielsweise mittels drahtloser Kommunikation, insbesondere über Fahrassistenzsysteme, V2V, V2I, V2X und/oder Cloud Computing oder dergleichen bereitgestellt.

Die Fig. 2 zeigt ein Diagramm mit Verläufen für einen ausgewählten ersten Parameter P1 von Kraftfahrzeugen über der Fahrstrecke s aufgetragen. Alternativ können die Verläufe des ersten Parameters P1 auch über der Fahrzeit aufgetragen werden.

Die gesamte Fahrstrecke FS ist in einen ersten Streckenabschnitt FS1 und einen zweiten Streckenabschnitt FS2 unterteilt. Der erste Streckenabschnitt FS1 repräsentiert den von dem Ego-Kraftfahrzeug bereits gefahrenen Teil der Fahrstrecke FS und liegt in der Vergangenheit. Der zweite Streckenabschnitt FS2 muss vom Ego-Fahrzeug noch gefahren werden und liegt in der Zukunft.

Der erste Streckenabschnitt FS1 erstreckt sich zwischen einem Startpunkt S0 der Fahrstrecke und der momentanen Position S1 des Ego-Kraftfahrzeuges auf dieser Fahrtstrecke FS. Der zweite Streckenabschnitt FS2 erstreckt sich zwischen der momentanen Position S1 des Ego-Kraftfahrzeuges und dem Endpunkt S2 der Fahrstrecke FS.

Der aufgezeichnete Verlauf des Parameters p des Ego-Kraftfahrzeuges im ersten Streckenabschnitt FS1 ist mit V1 bezeichnet.

Im Diagramm sind weiters historische Referenzverläufe R1, R2, R3, R4, R5 von Referenzfahrten von Kraftfahrzeugen über den ersten Streckenabschnitt FS1 und den zweiten Streckenabschnitt FS2 dargestellt. Diese Referenzfahrten können vom Ego-Kraftfahrzeug oder von anderen Kraftfahrzeugen durchgeführt worden sein. Die Referenzverläufe R1, R2, R3, R4, R5 weichen im ersten Streckenabschnitt FS1 verschieden stark vom Verlauf des Ego-Kraftfahrzeuges ab. Wie zu erkennen ist, ist der historische Verlauf R3 – welcher beispielsweise von einer in der Vergangenheit

liegende historischen Fahrt des Ego-Kraftfahrzeuges stammt, dem aufgezeichneten aktuellen Verlauf des Ego-Kraftfahrzeuges am ähnlichsten. Der zukünftige Verlauf V2 des ersten Parameters P1 beim Ego-Kraftfahrzeug im zweiten Streckenabschnitt FS2 auf der aktuellen Fahrt kann aus dem historischen Referenzverlauf R3 im zweiten Streckenabschnitt FS2 abgeleitet oder - bei großer Ähnlichkeit sogar übernommen werden.

Die vorgeschlagene Strategie kann somit verschiedene Parameter P1, P2, P3 berücksichtigen oder zur Schätzung verwenden, zum Beispiel:

i. Routen- oder Verkehrsparameter, wie z.B. die zukünftige Verkehrsdichte oder der Grad der Überlastung, die durchschnittliche oder die Größe der Schwankungen der Verkehrsgeschwindigkeiten, die Reise- oder Fahrzeit, typische Beschleunigungen oder Verzögerungen, Sicherheitsparameter wie Vorfahrtabstände oder -zeiten zwischen Verkehrsfahrzeugen, Haltestellenstandorte und -zeiten oder der Einfluss von temporären Ereignissen wie Verkehrsunfällen oder Einsatzfahrzeugen, laufenden Straßenarbeiten, Bauarbeiten, Öffnung oder Schließung von Straßen, Verkehrsverbote oder andere dem Verkehr auferlegte Einschränkungen.

ii. Fahrzeug- oder Antriebsstrangparameter, wie z.B. der zukünftige Stromverbrauch oder die Reichweite, die Energieeffizienz, die Fahr- oder Schadstoffemissionen (z. B. NO_x), Alterungseffekte an Komponenten, der Wartungsbedarf des Fahrzeugs oder das (menschliche oder nicht-menschliche) Fahrerverhalten für ein bestimmtes Fahrzeug von Interesse, wie z. B. seine typischen oder bevorzugten Geschwindigkeiten, Beschleunigungen und/oder Verzögerungen.

iii. Umwelt- oder Umgebungsbedingungen, wie z.B. die zukünftige Umgebungstemperatur oder Luftfeuchtigkeit, die Sichtweite, Geofencing-Beschränkungen, wie z. B. die Erlaubnis, Verbrennungsmotoren in verschiedenen Zonen oder mit unterschiedlichen Höchstwerten für Schadstoffemissionen zu verwenden, die Tages- oder Jahreszeit oder andere Arten von Tagen oder Zeiträumen von Interesse, wie z. B. Feiertage.

Als Beispiel für die Vorhersage eines zukünftigen Leistungsverbrauchsverlaufes können zusätzlich zu den vorherigen Leistungsverbrauchsverläufen auch die vorherigen Umgebungstemperaturverläufe in die Berechnung der Ähnlichkeit

einbezogen werden, da dies gegebenenfalls die Verwendung der Klimaanlage und damit den zukünftigen benötigten Hilfsleistungsverbrauch beeinflussen kann. Eine Alternative dazu, mehr Eingaben bei der Berechnung der Ähnlichkeit zwischen den Profilen einzubeziehen, besteht darin, zunächst historische Verläufe R1, R2, R4, R5, die sich deutlich von den aktuellen Bedingungen unterscheiden, direkt zu entfernen oder ihnen ein geringeres multiplikatives Gewicht zuzuweisen. Zum Beispiel könnten nur Verläufe berücksichtigt werden, die im Winter aufgezeichnet wurden, wenn gerade Wintersaison ist. Darüber hinaus und wichtig ist, dass für den Fall, dass auch zukünftige Vorhersagen von abhängigen Verläufen verfügbar sind, z. B. zukünftige Wettervorhersagen von einer externen Wettervorhersage, diese vorhergesagten zukünftigen Wetterbedingungen ebenfalls einbezogen und in ähnlicher Weise mit den "zukünftigen" Werten der historischen Profile verglichen werden können, um die Genauigkeit der Ähnlichkeitsberechnungen weiter zu verbessern.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann mit rein fahrzeuginternen Rechenressourcen oder mit einer Kombination aus fahrzeuginternen und fahrzeugexternen Rechenressourcen, d. h. mit Unterstützung einer Cloud-basierten Lösung, umgesetzt werden.

Der Ansatz kann erweitert werden, um Vorhersagen für mehrere Fahrzeuge abzudecken, die auf der gleichen oder auf miteinander verbundenen Routen unterwegs sind.

Neben traditionellen Straßenfahrzeugen wie Autos, Bussen und LKWs kann die Erfindung auch auf andere Verkehrsmittel wie Fahrräder, Züge und Straßenbahnen angewendet werden.

Die erfindungsgemäße Verfahren kombiniert folgende Überlegungen:

1) Die vollständige Information aus mehreren einzelnen vollständigen historischen Parameterverläufen kann zur Verbesserung der Vorhersagen verwendet werden. Dies unterscheidet sich von Methoden, die die Information und damit die Genauigkeit reduzieren, indem sie stattdessen z. B. nur aggregierte statistische Daten wie die Mittel- und Varianzwerte zwischen historischen Profilen berechnen und verwenden.

- 2) Der gemessene Parameterverlauf aus der aktuell betrachteten Fahrt des Ego-Kraftfahrzeuges wird direkt in die Vorhersagen berücksichtigt, so dass sich die Vorhersagen schnell und automatisch an die spezifischen Bedingungen anpassen können, die aktuell für das Ego-Kraftfahrzeug, seine Route, die Verkehrsbedingungen usw. relevant sind. Zum Beispiel kann der aktuelle Fahrstil des Fahrers teilweise aus dem aktuellen Geschwindigkeitsprofil des Kraftfahrzeuges einschließlich der Beschleunigungen und Verzögerungen identifiziert werden.
- 3) Das Verfahren kann optional auch in Fällen angewendet werden, in denen nur begrenzte oder keine Off-Board-Routen- oder Verkehrsdaten verfügbar sind, insbesondere auf Strecken, die regelmäßig vom Ego-Kraftfahrzeug befahren werden und für die daher Daten nur an Bord des Ego-Kraftfahrzeuges gesammelt werden können.
- 4) Das Verfahren kann auf beliebige Streckenlängen angewendet werden, und es ist problemlos möglich, verschiedenen Streckenabschnitten oder -abschnitten in den Vorhersagen unterschiedliche Prioritäten oder Gewichtungen zuzuweisen.

P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Verfahren zum vorausschauenden Abschätzen eines Verlaufes (V2) zumindest eines ersten Parameters (P1) auf einer Fahrt eines Ego-Kraftfahrzeuges auf einer definierten Fahrstrecke (FS), welche sich aus einem durch das Ego-Kraftfahrzeug bereits absolvierten ersten Streckenabschnitt (FS1) und zumindest einem noch zu fahrenden zweiten Streckenabschnitt (FS2) zusammensetzt, auf der Basis von historischen Daten von einer oder mehrerer Referenzfahrt(en) zumindest eines Kraftfahrzeuges auf dem ersten Streckenabschnitt (FS1) der Fahrstrecke (FS), dadurch gekennzeichnet, dass folgende Schritte durchgeführt werden:
 - a. Auswählen eines ersten Parameters (P1) aus den Parametergruppen „Fahren“ (DR), „Energie“ (EN) und/oder „Emissionen“ (EM);
 - b. Herunterladen oder Erstellen einer Datenbank mit zumindest einem historischen Referenzverlauf (R1, R2, R3, R4, R5) des ausgewählten ersten Parameters (P1) für zumindest eine Referenzfahrt über den ersten Streckenabschnitt (FS1) und den zweiten Streckenabschnitt (FS2);
 - c. Ermitteln eines Verlaufes (V1) des ausgewählten ersten Parameters (P1) für die Fahrt des Ego-Kraftfahrzeuges über den ersten Streckenabschnitt (FS1);
 - d. Vergleichen des Verlaufes (V1) des ersten Parameters (P1) für das Ego-Kraftfahrzeug mit dem zumindest einen historischen Referenzverlauf (R1, R2, R3, R4, R5) über den ersten Streckenabschnitt (FS1);
 - e. Auswählen zumindest eines Referenzverlaufes (R3), welcher eine – vorzugsweise die größte – Ähnlichkeit mit dem Verlauf (V1) des ersten Parameters (P1) der Fahrt des Ego-Kraftfahrzeuges auf dem ersten Streckenabschnitt (FS1) aufweist;
 - f. Vorhersage des Verlaufes (V2) des ersten Parameters (P1) für das Ego-Kraftfahrzeug über den zweiten Streckenabschnitt (FS2) anhand des ausgewählten Referenzverlaufes (R3) im zweiten Streckenabschnitt (FS2).

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Parametergruppe „Fahren“ (DR) zumindest ein erster Parameter (P1) aus der Gruppe Fahrzeuggeschwindigkeit, Fahrdauer, Fahrzeuggeschwindigkeitsänderungen zugeordnet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Parametergruppe „Energie“ (EN) zumindest ein erster Parameter (P1) aus der Gruppe Energieverbrauch, energetischer Wirkungsgrad, Ladezustand, Tankinhalt, Reichweite zugeordnet wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Parametergruppe „Emissionen“ (EM) zumindest ein erster Parameter (P1) aus der Gruppe Abgasemissionen, Reifenabrieb, Bremsenabrieb zugeordnet wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass für den Vergleich in Schritt d. Referenzfahrten des Ego-Kraftfahrzeugs und/oder von Kraftfahrzeugen des gleichen Typs wie das Ego-Kraftfahrzeug bevorzugt ausgewählt werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass den historischen Referenzverläufen (R1, R2, R3, R4, R5) beim Erstellen in Schritt b. jeweils zumindest ein zweiter Parameter (P2) aus einer Parametergruppe „Statusinformation“ zugeordnet wird, wobei der zumindest eine zweite Parameter (P2) aus der Parametergruppe „Statusinformation“ beim Vergleichen und dem Auswählen in den Schritten d. und e. berücksichtigt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Parameter (P2) der Parametergruppe „Statusinformation“ aus der Gruppe Tageszeit, Wochentag, Feiertag, Monat, Jahreszeit, Ferienzeit, Temperatur, Witterung, Sichtweite, Geofencing-Beschränkungen, Straßenverhältnisse, Straßenzustand, Fahrertyp, Fahrstil, Fahrzeugtyp, Fahrzeugzustand, Verkehrsdichte, Stau, Haltestellen, Haltezeiten, Baustellen, Verkehrsunfälle gewählt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass für jeden historischen Referenzverlauf (R1, R2, R3, R4, R5) zumindest ein aktueller Statusparameter (VP2) des Ego-Kraftfahrzeuges mit dem entsprechenden zweiten Parameter (P2) der Parametergruppe „Statusinformation“ des historischen Referenzverlaufes (R1, R2, R3, R4, R5) verglichen wird und auf der Basis des zumindest einen zweiten Parameters (P2) aus der Parametergruppe „Statusinformation“ die Referenzverläufe (R1, R2, R3, R4, R5) nach Relevanz klassifiziert werden, wobei vorzugsweise nur Referenzverläufe (R1, R2, R3, R4, R5) mit höchster Relevanz für die Schritte d. und/oder e. herangezogen werden.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass in Schritt d. für jeden in Betracht gezogenen Referenzverlauf (R1, R2, R3, R4, R5) eine Ähnlichkeitsanalyse in Bezug auf den Verlauf des ersten Parameters (P1) des Ego-Kraftfahrzeuges durchgeführt wird, wobei vorzugsweise der Ähnlichkeitsgrad mittels der Wurzel der mittleren Fehlerquadratsumme bestimmt wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass für die Auswahl in Schritt e. zumindest ein Referenzverlauf (R1, R2, R3, R4, R5) mit höchster Ähnlichkeit oder eine Kombination aus mehreren historischen Referenzverläufen (R1, R2, R3, R4, R5) mit höchsten Ähnlichkeitsgraden, und/oder höchster Relevanz herangezogen wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein dritter Parameter (P3) aus einer Parametergruppe „Routeninformation“ mit Information über den zweiten Streckenabschnitt bereitgestellt und bei der Vorhersage des Verlaufes (V2) des ersten Parameters (P1) für das Ego-Kraftfahrzeug im zweiten Streckenabschnittes (FS2) berücksichtigt wird.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Parametergruppe „Routeninformation“ zumindest ein dritter Parameter (P3) aus der Gruppe zu erwartende durchschnittliche Verkehrsgeschwindigkeiten, Größe der Schwankungen der Verkehrsgeschwindigkeiten, typische Beschleunigungen oder Verzögerung des Verkehrs, durchschnittliche Fahrzeit, Geschwindigkeitsbegrenzungen,

Straßentopologie, Verkehrsschilder, Verkehrsampeln, Abstände zwischen Fahrzeugen, Witterung, Sichtweite, Geofencing-Beschränkungen, Straßenverhältnisse, Straßenzustand, Verkehrsdichte, Stau, Haltestellen, Haltezeiten, Baustellen, Verkehrsunfälle, Straßensperren, Fahrverbote, Verkehrsbeschränkungen zugeordnet wird.

13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass der zumindest eine dritte Parameter (P3) aus der Parametergruppe „Routeninformation“ mittels drahtloser Kommunikation, vorzugsweise über Fahrassistenzsysteme, V2V, V2I, V2X und/oder Cloud Computing bereitgestellt wird.
14. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahren zum vorausschauenden Abschätzen eines Zeit- und/oder Wegverlaufes zumindest eines ersten Parameters (P1) auf einer Fahrt des Ego-Kraftfahrzeuges auf einer definierten Fahrstrecke (FS) nach einem der Ansprüche 1 bis 13.

25.05.2021
FU

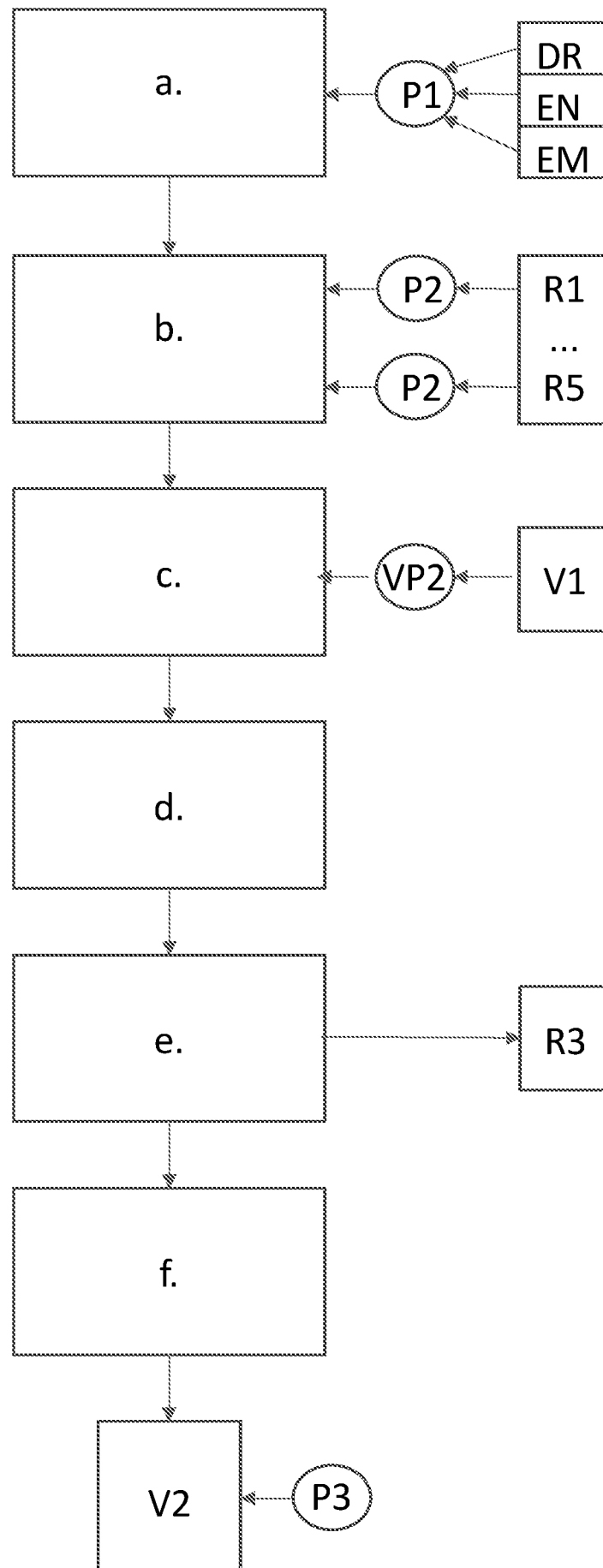


Fig. 1

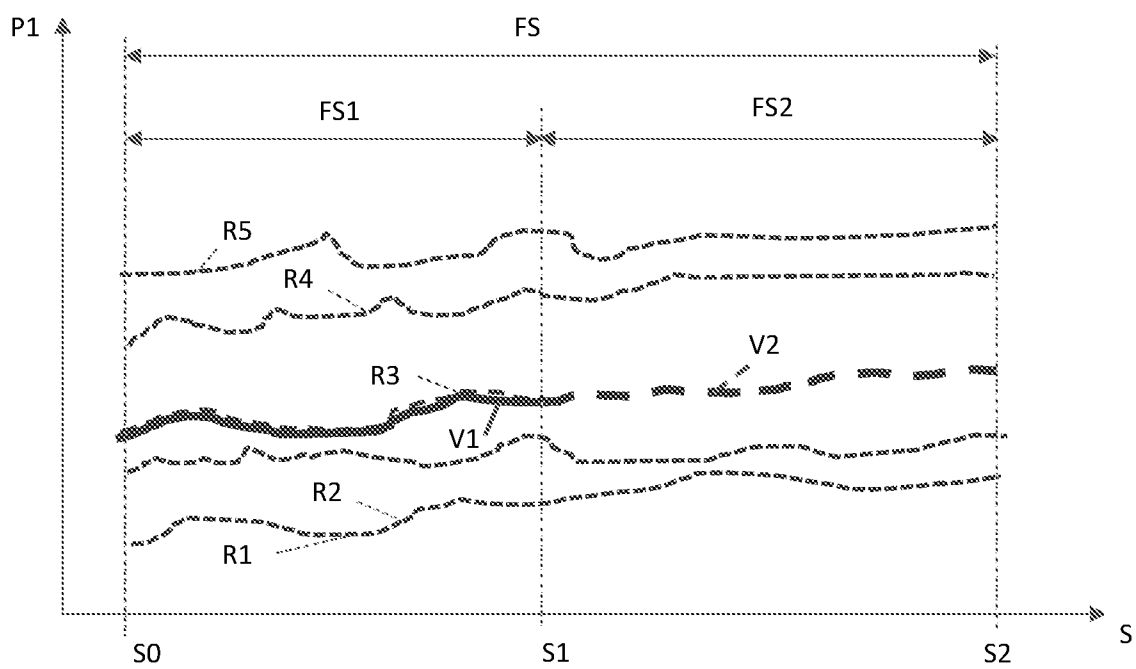


Fig. 2