

- (51) Internationale Patentklassifikation:
G06F 8/65 (2018.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2023/079739
- (22) Internationales Anmeldedatum:
25. Oktober 2023 (25.10.2023)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2022 004 038.7
28. Oktober 2022 (28.10.2022) DE
- (71) Anmelder: MERCEDES-BENZ GROUP AG [DE/DE];
Mercedesstraße 120, 70372 Stuttgart (DE).
- (72) Erfinder: STUDER, Stefan; Plutoweg 7B, 70565 Stuttgart (DE). HOIS, Joana; Liesel-Bach-Strasse 48, 71034 Böblingen (DE). HANUSCHKIN, Alexander; Bismarckstrasse 75, 76133 Karlsruhe (DE).

(74) Anwalt: BUCHTA, Hao; 063 H512, 70546 Stuttgart (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:
— mit einer Erklärung gemäss Artikel 17 Absatz 2 Buchstabe a; ohne Zusammenfassung; Bezeichnung von der Internationalen Recherchenbehörde nicht überprüft

- (54) Title: METHOD FOR IMPROVED ROLL-OUT OF SOFTWARE UPDATES
- (54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM OPTIMISIERTEN AUSROLLEN VON SOFTWAREAKTUALISIERUNGEN
- (57) Abstract:
- (57) Zusammenfassung:

Mercedes-Benz Group AG

Verfahren zum optimierten Ausrollen von Softwareaktualisierungen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum optimierten Ausrollen von Softwareaktualisierungen an eine Fahrzeugflotte, nach der im Oberbegriff von Anspruch 1 näher definierten Art.

Das Ausrollen von Softwareaktualisierungen an Fahrzeugen kann technisch eine große Herausforderung darstellen, da häufig eine sehr große Anzahl von Fahrzeugen mit der entsprechenden Softwareaktualisierung versorgt werden muss. Um dies zu erleichtern, schlägt beispielsweise die DE 10 2018 205 615 A1 vor, die Softwareaktualisierung nur an bestimmten nach technischen Voraussetzungen bezüglich der Kommunikationsverbindung ausgewählte Fahrzeuge zu übertragen, welche dann als Replikatoren dienen, um die Softwareaktualisierung an andere Fahrzeuge der Fahrzeugflotte weiterzugeben.

Die US 10 042 635 B2 beschreibt ebenfalls eine Methode, um drahtlos eine Softwareaktualisierung auszurollen. Bei dieser Art Verteilung von Softwareaktualisierungen, welche auch mit dem Begriff Over The Air (OTA) bezeichnet wird, wird für die Software über drahtlose Kommunikation verteilt. Auch diese Schrift verteilt die auszurollende Softwareaktualisierungen nicht pauschal an alle Fahrzeuge, sondern prüft die technischen Aspekte der Fahrzeuge, beispielsweise das Baujahr, den Bautyp usw. ab, um eine Auswahl derjenigen Fahrzeuge zu treffen, welche die Softwareaktualisierung erhalten sollen.

Neben der reinen Verteilung der Softwareaktualisierung spielt in der Praxis auch die Qualität der verteilten Softwareaktualisierung eine entscheidende Rolle. Sinnvoll wäre es diese vorab ausführlich zu testen, bevor sie an die gesamte Fahrzeugflotte oder zumindest einen größeren Teil einer Fahrzeugflotte ausgerollt werden. Die Problematik bei derartigen Testungen im Fahrzeugbereich liegt dabei in der typischerweise eher kleinen Anzahl von verfügbaren Fahrzeugen für die Testung. In einer willkürlich

ausgewählten Gruppe sind dann sehr wenige Fahrzeuge bei denen Testung brauchbare reproduzierbare Ergebnisse innerhalb einer geeigneten Zeitspanne liefert. Diese Problematik wird in dem Artikel „Size matters? Or not: A/B testing with limited sample in automotive embedded software“ von Liu et al <https://arxiv.org/abs/2107.02461v2>, 10 Nov. 2021 thematisiert.

Die Aufgabe der hier vorliegenden Erfindung besteht nun darin, ein verbessertes Verfahren zum Ausrollen von Softwareaktualisierungen anzugeben, welches eine der eigentlichen Ausrollung der Software vorgeschaltete Evaluationsphase mit Hocheffizienz beinhaltet.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen im Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen ergeben sich aus den hiervon abhängigen Unteransprüchen.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zum Ausrollen von Softwareaktualisierungen an eine Fahrzeugflotte ist es so, dass ähnlich wie im eingangs genannten Stand der Technik zuerst an eine Teilmenge der Fahrzeugflotte ausgerollt wird, welche anhand von gesammelten Daten der Fahrzeuge der Fahrzeugflotte bestimmt wird. Erfindungsgemäß umfassen die gesammelten Daten charakteristische Fahrzeugvektoren, welche aus Daten der Fahrzeugsensoren gebildet werden. Ferner umfassen die Daten einen charakteristischen Nutzervektor, welcher aus Daten zum Fahrverhalten wie beispielsweise den Fahrstil oder Emotionen, aber auch aus physiologischen Daten und Umgebungsdaten gebildet werden. Diese beiden Vektoren werden dann über einige oder alle Fahrzeuge der Fahrzeugflotte hinweg aggregiert.

Im nächsten Schritt werden Systemgrenzen im bisherigen Stand der Software analysiert, an welchen durch die Softwareaktualisierung eine Optimierung erfolgen soll. Derartige Systemgrenzen können beispielweise Grenzen der Sensoren, wie beispielweise die Reichweite oder Auflösung einer Kamera, aber auch physikalische Grenzen wie beispielweise der Reibwert bei Nässe oder besonders Gegebenheiten sein wie beispielweise eine Gestenerkennung, wenn der Fahrzeugnutzer eine Winterjacke trägt.

Das Erkennen der Systemgrenze kann dabei beispielweise automatisiert in der Art erfolgen, dass beispielweise bei einer Systemgrenze einer Spurhalteassistenten ein

entsprechend starkes manuelles Eingreifen in die Lenkung in der entsprechenden Situation erkannt worden ist, beispielsweise bei Regen und schlecht erkennbaren, z.B. gelben, Fahrbahnmarkierungen im Bereich einer Autobahnbaustelle oder dergleichen. Alternativ dazu wäre es auch denkbar, dass der Nutzer des Fahrzeugs eine aktive Rückmeldung gibt, dass die entsprechende Fahrzeugfunktion gerade an einer ihrer Systemgrenzen gestoßen ist.

Diese so erkannten Systemgrenzen dienen dann dazu einen an diesen Systemgrenzen geltenden charakteristischen Grenzvektor zu ermitteln. Damit liegen nun also mit dem Fahrzeugvektor, dem Nutzervektor und dem Grenzvektor verschiedene Vektoren vor, welche jeweils mehrere Datensätze umfassen. Um nun eine für das begrenzte Ausrollen der Softwareaktualisierung geeignete Zielgruppe zu ermitteln, wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ein Abstandsmaß zwischen dem charakteristischen Grenzvektor und dem charakteristischen Fahrzeug- und Nutzervektoren der Fahrzeugflotte ermittelt. Hieraus lässt sich dann eine erste Zielgruppe von Fahrzeugen mit minimalem Abstandsmaß und eine zweite Zielgruppe von Fahrzeugen mit maximalem Abstandsmaß ermittelt. In der ersten Zielgruppe befinden sich also all jene Fahrzeuge, welche relativ häufig an die entsprechenden Systemgrenzen stoßen. Diese erste Zielgruppe eignet sich also nun ideal um eine Softwareaktualisierung, welche an sie ausgerollt wird, dahingehend zu überprüfen und zu evaluieren, ob die gewollte verbesserte Performance im Bereich der Systemgrenzen, insbesondere ein Verschieben der Systemgrenzen hin zu einem größeren beziehungsweise verbesserten Erfassungsbereich oder dergleichen effizient funktioniert. Die zweite Zielgruppe mit maximalem Abstandsmaß bezeichnet dahingegen eine Gruppe von Fahrzeugen innerhalb der Fahrzeugflotte, für welche die entsprechende Systemgrenze meist unbedeutend ist, weil von diesen Fahrzeugen und ihren Nutzern eben diese Systemgrenze quasi nie erreicht wird, sodass von dieser Systemgrenze für die entsprechenden Nutzer und/oder Fahrzeuge keine nachteilige Einschränkung ausgeht.

Beide Zielgruppen lassen sich nun bei dem erfindungsgemäßen Verfahren je nach Zielsetzung entsprechend nutzen, um die Softwareaktualisierung zuerst an die erste und/oder zweite Zielgruppe oder jeweils eine Teilmenge dieser ersten und/oder zweiten Zielgruppe auszurollen und die Performance der ausgerollten Softwareaktualisierung zu evaluieren. Nach erfolgreicher Evaluation kann die Ausrollung der entsprechenden

Software dann an weitere Teile der Fahrzeugflotte entsprechend erfolgen, oder falls die Software auf eine gesamte Fahrzeugflotte ausgerollt werden soll auch an diese.

Die Erfindung bietet dabei den entscheidenden Vorteil, dass Softwareaktualisierungen zuerst an den entsprechenden Zielgruppen oder Teilen dieser Zielgruppen getestet werden können. Die Zielgruppen lassen sich aufgrund der Erfassung der charakteristischen Vektoren und des Abstandsmaß zwischen dem Grenzvektor und den Nutzer- und Fahrzeugvektoren dementsprechend außerordentlich effizient auswählen, sodass es nicht im statistischen Zufall überlassen bleibt, ob die Fahrzeuge die neu implementierten Funktionen nutzen oder eben nicht. Vielmehr erlaubt die gezielte Auswahl der Zielgruppen über die Erfindung ein sehr effizientes Testen der neuen Funktionen der Softwareaktualisierung im Bereich der Systemgrenzen bei der ersten Zielgruppe oder dementsprechend bei der alternativ oder ergänzend gewählten zweiten Zielgruppe ein Test, ob die Softwareaktualisierung auch fernab der Systemgrenzen zuverlässig operiert.

Erst im Anschluss, also im Falle einer positiven Evaluation der Überwachung der einen und/oder der anderen Zielgruppe kann dann entschieden werden, ob die Software auf die geplanten Teile der Fahrzeugflotte ausgerollt wird, oder ob eine weitere Entwicklungsstufe durchlaufen werden muss, um die Software noch weiter zu optimieren.

Dementsprechend kann es gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens vorgesehen sein, dass zur Evaluation der ausgerollten Softwareaktualisierung ein Performancemaß bestimmt wird, wobei ein positives Ergebnis der Evaluation angenommen und eine Evaluationsbit auf 1 gesetzt wird, wenn das Performancemaß einen vorgegebenen Schwellenwert übersteigt, und wobei eine negative Evaluation angenommen und das Evaluationsbit auf 0 gesetzt oder bei 0 belassen wird, wenn das Performancemaß den Schwellenwert eben nicht erreicht. Wie bereits angekündigt ist es erfindungsgemäß vorgesehen, die weitere Ausrollung der Softwareaktualisierung nur für den Fall vorzunehmen, dass die Evaluation positiv war.

Eine weitere Alternative Möglichkeit zur Evaluation der Softwareaktualisierung kann es dabei vorsehen, dass diese nur an eine Teilmenge der ersten und/oder zweiten Zielgruppe ausgerollt wird, wonach die Performance im Vergleich zu einer weiteren Teilmenge der jeweils ersten und/oder zweiten Zielgruppe als Vergleichsgruppe erfolgt,

wobei die Evaluation in diesem Fall unter einer vorgegebenen Fragestellung erfolgt. Anstelle des Einsatzes eines Performancemaßes, welche die Funktion im Wesentlichen gegenüber theoretischen Vorgaben ermittelt, kann hier also durch das Aufteilen der Zielgruppen in typischerweise zwei vergleichbare Teilmengen ein Vergleichsversuch vorgenommen werden. Ein solcher Vergleichsversuch, welcher auch als A/B-Versuch beziehungsweise A/B-Testing bezeichnet wird, benötigt typischerweise eine entsprechende Fragestellung und zwei Vergleichsgruppen. Je größer diese Vergleichsgruppen sind, desto besser lassen sich statistische Auswertungen vornehmen, wie es in dem eingangs zitierten Artikel „Size matters? Or not: A/B testing with limited sample in automotive embedded software“ beschrieben ist. Bei dem Verfahren gemäß der Erfindung erfolgt nun jedoch die Auswahl der Zielgruppen bereits sehr zielgerichtet auf die gewünschte Optimierung im Hinblick auf analysierte Systemgrenzen hin. Dadurch sind für das erfindungsgemäße Verfahren auch relativ kleine Teilmengen für eine zuverlässige Evaluation anhand eines solchen Vergleichstests bereits ausreichend.

Typischerweise wird der Vergleichstest nun zwischen der einen Teilmenge mit der Softwareaktualisierung und der anderen Teilmenge ohne die Softwareaktualisierung durchgeführt, insbesondere unter der Fragestellung, ob die Teilmenge mit der Softwareaktualisierung eine signifikant bessere Performance erfährt, beispielsweise weniger kritische Fahrsituationen, weniger Unfälle, einen verbesserten Komfort für den Nutzer oder dergleichen. Das Verfahren zur Evaluation mit zwei Vergleichsgruppen, wobei prinzipiell natürlich auch mehr als zwei Vergleichsgruppen, also mehr als zwei Teilmengen je Zielgruppe, denkbar sind, kann auch dahingehend erweitert werden, dass auf die Vergleichsgruppe oder bei mehr als zwei Teilmengen auf eine der Teilmengen eine Alternative Variante der Softwareaktualisierung ausgerollt wird. Hierdurch ließen sich bei zwei Teilmengen, also zwei alternative Lösungen, um den Problemen an der Systemgrenze zu begegnen, gegeneinander testen. Bei drei Teilmengen ließen sich die beiden Alternativen auch im Vergleich zur bisherigen Softwarelösung entsprechend testen, um so evaluieren zu können, welche der Softwareaktualisierungen die beste Performance bietet und damit diejenige ist, die bevorzugt auf eine größere Anzahl von Fahrzeugen ausgerollt werden soll.

Für alle Varianten ist es dabei so, und so ist es gemäß einer sehr vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens vorgesehen, dass im Falle einer negativen Evaluation die Softwareaktualisierung zuerst optimiert und dann erneut an die

Zielgruppen oder Teilmengen der Zielgruppen ausgerollt wird, um die optimierte Softwareaktualisierung wiederum zu evaluieren. Diese Schleife lässt sich so lange wiederholen, bis die Softwareaktualisierung eine positive Evaluation erhalten hat und dementsprechend auf weitere Teile der Fahrzeugflotte ausgerollt werden kann. Dieser Ansatz kann dabei insbesondere zur Entwicklung und zum Trainieren von Funktionsapproximationen und Methoden des maschinellen Lernens genutzt werden, deren Systemgrenzen unscharf sind und daher erprobt werden müssen. Diese Erprobung kann nun innerhalb der Zielgruppen vergleichsweise einfach und effizient erfolgen, bevor die Softwareaktualisierung auf die ganze Fahrzeugflotte oder große Teile der Fahrzeugflotte ausgerollt werden muss. Insbesondere stellt dies im Falle einer negativen Evaluation einen besonderen Vorteil dar, da so verhindert werden kann, dass potentielle Softwarefehler oder Probleme in der Softwareaktualisierung sich auf eine große Zahl von Fahrzeugen verbreiten und nur mit großer Mühe wieder rückgängig gemacht werden können.

Gemäß einer weiteren sehr vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens gemäß der Erfindung soll die Aggregation der Fahrzeugvektoren und der Nutzervektoren dabei in einem fahrzeugexternen Server, insbesondere dem Backend-Server eines Fahrzeugherstellers, erfolgen. An diesen werden die einzelnen Vektoren der Fahrzeuge entsprechend übermittelt, um so mit der vergleichsweise großen zur Verfügung stehenden Rechenleistung dieses Servers die Aggregation vornehmen zu können.

Eine besonders günstige Weiterbildung sieht es dabei vor, dass diese Aggregation mittels Clustering-Verfahren erfolgt.

Der charakteristische Vektor im Bereich der Systemgrenzen, also der Grenzvektor, kann dabei gemäß einer sehr vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens dadurch ermittelt werden, dass zum Zeitpunkt des Auftretens der Systemgrenze einer Fahrzeugfunktion die Daten von Fahrzeugsensoren wie beispielsweise Kamera, Radar, Lidar und Ultraschall, Temperatur, haptische Sensoren oder interne Zustände einer Implementierung einer Fahrzeugfunktion herangezogen werden, um auf dieser Basis den Grenzvektor entsprechend zu ermitteln. Damit kann also eine Menge an Datenpunkten für die Grenzvektoren gesammelt werden. Ein Datenpunkt kann dabei bereits einen Grenzvektor beschreiben, es ist aber auch möglich, z.Bsp. eine Vielzahl von Datenpunkten durch ein Verfahren, z.Bsp. Mittelwertbildung, Medianbildung, zu einem

Grenzvektor zusammenzuführen. Es entsteht ein Datensatz, welcher jedem Grenzvektor eine Systemgrenze zuordnet.

Ein bevorzugte Weiterbildung hiervon kann es vorsehen, dass der anhand der durch die erfassten und gespeicherten Daten bestimmte Grenzvektor der jeweiligen Systemgrenze zugeordnet wird, wonach eine vereinfachtes Modell gebildet wird, um die sich bei der Zuordnung ergebende Zuordnungsvorschrift abzubilden und potenziellen Veränderungen nachzuführen. Die Zuordnung ergibt also eine Eingangsvoraussetzung für ein überwachtes maschinelles Lernen, welches eine Zuordnung von Eingangs- zu Ausgabegrößen benötigt. Mit den erfassten und gespeicherten Daten lässt sich so das vereinfachte Modell bilden, indem die Zuordnungsvorschrift in einem Trainingsschritt in dem Modell abgebildet wird. Dies kann z.B. über Methoden des maschinellen Lernens erfolgen.

Der Fahrzeugvektor lässt sich gemäß einer sehr vorteilhaften Weiterbildung beispielsweise anhand annähernd konstanter und/oder zeitlich veränderlicher Daten entsprechend ermitteln, wie beispielsweise Lastkollektive oder Geschwindigkeiten. Der Fahrzeugvektor für das erfindungsgemäße Verfahren kann gemäß einer sehr vorteilhaften Weiterbildung eben dieses Verfahrens dadurch gebildet werden, dass Daten der Fahrzeugsensoren die Geschwindigkeiten, Lenkwinkel, Drehmomente, Betriebsarten sowie die Zustände von Fahrzeugsystem, beispielsweise des Triebstrangs, einer Batterie usw. erfasst und der Bildung des charakteristischen Vektors zugrunde gelegt werden.

Der charakteristische Nutzervektor lässt sich gemäß einer sehr vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens aus dem Verhalten des Fahrers, also seinem Fahrstil und eventuellen Emotionen sowie Umgebungsdaten bilden. Beispielhafte Größen können dabei je nach Funktion variieren, können aber beispielsweise Lenkgeschwindigkeiten, Beschleunigungen und ähnliches umfassen. Daneben können Gesichtsausdrücke wie beispielsweise ein Lächeln ebenso berücksichtigt werden wie Daten einer Müdigkeitsüberwachung, beispielsweise die Lidschlagfrequenz, ein eventuell aufgetretener Sekundenschlaf. Darüber hinaus können Tageszeit, Wetter, Objekte in und um das Fahrzeug und ähnliches Berücksichtigung finden und in den Nutzervektor einfließen, welcher dann, bevorzugt über die oben beschriebenen Clustering-Verfahren, über die Fahrzeuge der Fahrzeugflotte, vorzugsweise auf dem Backend-Server zusammen mit den anderen Vektoren entsprechend aggregiert wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht es dabei auch eine so evaluierte Software nur auf verschiedene Teile von Fahrzeugen innerhalb der Fahrzeugflotte auszurollen, sodass individuelle Softwarestände innerhalb der Fahrzeugflotte denkbar sind. Ferner können verschiedene Softwareänderungen in unterschiedlichen Softwareständen zusammengefasst werden, um so modulare Softwarebausteine innerhalb der Fahrzeugflotte zu verteilen, was Kapazitäten bei der Übertragung der Softwareaktualisierung einsparen kann, wenn immer nur bestimmte modulare Bausteine ausgetauscht beziehungsweise aktualisiert werden müssen.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens und seiner Anwendung ergeben sich auch aus dem Ausführungsbeispiel, welches nachfolgend unter Bezugnahme auf die Figuren näher dargestellt ist.

Dabei zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung der Übermittlung von Informationen eines Fahrzeugs einer Fahrzeugflotte in eine Cloud als fahrzeugexternen Server;
- Fig. 2 eine schematische Darstellung der Übermittlung von Informationen zu Systemgrenzen einer Fahrzeugfunktion eines Fahrzeugs einer Fahrzeugflotte in die Cloud;
- Fig. 3 eine erste beispielhafte 2-dimensionale Repräsentation zur Illustration von aggregierten Fahrzeug- und Nutzervektoren sowie Grenzvektoren zur Bildung des Abstandsmaßes.

Ziel ist es, ein zielgruppenorientiertes und somit effektives Testen, Verifizieren und Ausrollen von Softwareaktualisierungen, sog. Software-Updates, für Fahrzeugfunktionen zu erzielen.

Dazu werden im ersten Schritt Charakteristika aus der Fahrzeugflotte gesammelt. Sensordaten im Fahrzeug werden ermittelt, zu charakteristischen Vektoren V zusammengefügt und gespeichert. Diese Vektoren V können entweder zeitlich annähernd konstant (z.B. Lastkollektive) oder zeitlich veränderlich (z.B. gegenwärtige Geschwindigkeiten) sein. Aus den Vektoren V werden nun charakteristische Fahrzeugvektoren V_{Fzg} gebildet, die aus Fahrzeugsensorwerten wie Geschwindigkeiten, Lenkwinkeln, Drehmomenten, Betriebsarten und Zuständen von Fahrzeugsystemen,

Triebstrang, Batterien usw. aufgebaut sind. Daneben werden charakteristische Nutzervektoren VUser aus dem Verhalten des Fahrers wie Fahrstil/Emotionen bzw. Umgebungsdaten gebildet. Beispielhafte Größen variieren je nach Funktionen, können aber z.B. Lenkgeschwindigkeiten, Beschleunigungen, Lächeln, Lidschlagfrequenz, Pulsfrequenz, Sekundenschlaf, Wetter, Objekte im und um das Fahrzeug usw. sein.

In der Darstellung der Figur 1 ist ein Fahrzeug 10 zu erkennen, in welchen diese beiden Vektoren VUser und VFzg ermittelt und über eine Kommunikationseinheit 11 an einen fahrzeugexternen Server, z.B. ein Backend 12 des OEM geschickt werden. Dieser ist hier als Cloud angedeutet. Dort können die Vektoren über VUser und VFzg mehrere Fahrzeuge 10 oder auch über alle Fahrzeuge einer Fahrzeugflotte zu den Gruppen VFzgGi und VUserGi aggregiert werden. Dazu kommen Clustering-Verfahren zum Einsatz.

Im zweiten Schritt sollen Systemgrenzen von Fahrzeugfunktionen wie Fahrerassistenzsysteme (ADAS-Advanced Driver Assistance System), Gestenerkennung, Müdigkeitserkennung usw. bei einem aktuellen Softwarestand SW1 ermittelt werden. Systemgrenzen, können vielerlei Natur sein, z.B. Sensorgrenzen (z.B. Reichweite einer Kamera), physikalischen Grenzen (Reibwert bei Nässe) oder besonderen Gegebenheiten (Gestenerkennung mit Winterjacke). Ziel ist es, im Rahmen der Entwicklung die Systemgrenzen von SW1 durch Optimierung von Hardware und/oder Software zu verschieben, um dem Nutzer eine bessere Performance der Fahrzeugfunktion anbieten zu können. Dazu werden charakteristische Grenzvektoren VGrenze_j zum Zeitpunkt des Auftretens der Systemgrenze einer Fahrzeugfunktion 13 ermittelt, welche in Figur 2 schematisch angedeutet ist. Für die Bildung der Vektoren werden wieder Werte von Fahrzeugsensoren wie Kamera, Radar, Lidar, Ultraschall, Temperatur, haptische Sensoren oder interne Zustände einer Implementierung der Fahrzeugfunktion 13 herangezogen.

Im einfachsten Fall können Systemgrenzen manuell durch den Fahrer oder Mitfahrer markiert (gelabelt) werden. Bei einem Spurhaltesystem als Fahrzeugfunktion 13 erkennt eine Kamera die Fahrbahnmarkierungen rechts und links und versucht das Fahrzeug innerhalb der Spuren zu führen. Ist nun z.B. in einer gewissen Situation die Erkennungsleistung reduziert, z.B. bei Autobahnfahrt und Regen, so kann es sein, dass die Spurhaltung nicht in der gewohnten Art und Weise funktioniert. Ein Fahrer kann die

reduzierte Performance als Systemgrenze seines Systems erkennen, da er ggfs. selbst mitlenken muss, und löst z.B. durch eine Eingabefunktion das Labeln dieser Systemgrenze aus. Das System legt dann einen Grenzvektor VGrenze_1 ab, dieser enthält vorab definierte Features, z.B. [Geschwindigkeit = 120km/h, Straßentyp = Autobahn, Regen 50%, Spurhaltesystem = Aktiv usw.]. Die definierten Features müssen dabei auch Element von VfzgGi oder VUserGi sein. Vorteilhafterweise werden die Systemgrenzen aber automatisch (systematisch) erkannt, z.B. wenn der Fahrer auf der Autobahn bei Regen bei aktivem Spurhaltesystem 13 stark lenkt [Lenkwinkeländerung > x Grad pro Sekunde ODER Lenkmoment > y Newtonmeter]. In diesem Fall wird der Vektor VGrenze_2 automatisch abgelegt, z.B. [Geschwindigkeit = 120km/h, Straßentyp = Autobahn, Regen 50%, Spurhaltesystem = Aktiv, ..].

Ein weiteres Beispiel für die systematische Erkennung von Systemgrenzen kann bei einer Reichweitenprognose als Fahrzeugfunktion 13 aufgezeigt werden, die die Restreichweite bzw. Batterieladung am Zielort prädiziert. Weicht die prädizierte Reichweite bzw. Batterieladung am Zielort um mindestens z% von der prädizierten Reichweite bzw. Batterieladung ab, so wird ein Vektor VGrenze_3 automatisch abgelegt: [Abweichung z = 5%, Länge der Strecke = 120km, Verteilung der Straßentypen = [50%, 20%, 30%]x[Autobahn, Landstraße, Stadt], Höhenmeter aufwärts/abwärts = [300m, 100m], Temperatur = -10 Grad usw.].

Auch kann es sein, dass Sensoren systematisch physikalische Grenzen aufweisen. Z.B. erfahren die Radarwellen eines Radarsensors bei starker Nässe eine hohe Dämpfung, so dass er nur reduziert Radarreflektionen empfangen kann. Hat ein Radarsensor ein integriertes Verfahren, dass die Dämpfung messen kann, so kann z.B. bei einer Reduktion von der Radarreflektionen um >50% ein Vektor VGrenze_4 abgelegt werden: [Radarreflektion < 50%, Scheibenwischer >=Stufe 2, Temperatur = 15 Grad, radarbasiertes ADAS System = Aktiv usw.]

Um nun die charakteristischen Vektoren VGrenze den Gruppen VfzgGi bzw. VUserGi zuzuordnen, wird ein Abstandsmaß A definiert. In Figur 3 ist das Abstandsmaß A dabei zuerst mit der Nummer der Grenze und anschließend der Nummer der Fahrzeuggruppe indiziert. A kann im einfachsten Fall der euklidische Abstand sein. Daneben sind aber auch beliebig komplexe Ähnlichkeitsmaße möglich, welche z.B. als Metriken aus Clustering-Verfahren und Korrelationsverfahren bekannt sind. Dadurch kann jedem

VGrenze eine erste Zielgruppe Gmin mit minimalem Abstandsmaß ($G_{min} = \min(A(VGrenze, VFzgGi \text{ oder } VUserGi) \text{ für alle } i)$), hier A_{11} und A_{22} , zugeordnet werden. Genauso kann jedem VGrenze eine zweite Zielgruppe Gmax mit maximalem Abstandsmaß ($G_{max} = \max(A(VGrenze, VFzgGi \text{ oder } VUserGi) \text{ für alle } i)$), hier A_{12} und A_{21} , zugeordnet werden. Somit wird gewährleistet, dass Systemgrenzen in der ersten Zielgruppe Gmin mit niedrigem Abstandsmaß A_{11} und A_{22} statistisch häufig auftreten und in der zweiten Zielgruppe Gmax statistisch selten sind. Je nach Test-Ziel kann somit eine oder mehrere Gruppen von Fahrzeugen/Usern Gmin oder Gmax herangezogen werden.

Bezüglich des abgelegten Vektors VGrenze_2, der eine Systemgrenze des Spurhaltesystems 13 bei Regen auf Autobahnen aufzeigt, könnte somit Gmin eine erste Zielgruppe von Fahrzeugen beschreiben, die häufig auf Autobahnen >100kmh bei Regen > 40% gefahren ist. Gmax dagegen könnte auch eine zweite Zielgruppe sein, die viel Stadtverkehr bei Trockenheit fährt, z.B. Geschwindigkeit < 55km/h und Regen < 10%.

Dies lässt sich für das effiziente Testen und Verifizieren von Softwareaktualisierungen nutzen. Aus der aktuell installierten Softwareversion SW1 mit den bekannten Systemgrenzen wird durch Softwareänderungen- bzw. -weiterentwicklungen die Softwareaktualisierung SW2, die genau diese bekannten Systemgrenzen verbessern soll. Um nun möglichst effektiv diese Softwareaktualisierung SW2 zu testen, wird sie in der ersten Zielgruppe Gmin ausgerollt und evaluiert. Dies kann sowohl im regulären Betrieb der Fahrzeuge 10 der ersten Zielgruppe Gmin erfolgen als auch parallel zum regulären Betrieb, wenn das Fahrzeug 10 über die Technik für ein Testen im sogenannten Shadowmode verfügt. Dann kann die Softwareaktualisierung SW2 nämlich auch parallel zu aktuellen Software SW1 im Fahrzeug 10 mitlaufen und evaluiert werden.

Durch den hergestellten geringen Abstand der ersten Zielgruppe Gmin zum Grenzvektor VGrenze ist davon auszugehen, dass die erste Zielgruppe Gmin häufig in den Betriebszustand der Systemgrenzen der aktuell installierten Softwareversion SW1 kommt und man so mit wenigen Fahrzeugen 10 in kurzer Zeit mit einem Performance Maß P die Softwareaktualisierung SW2 verifizieren kann.

In einer vorteilhaften ergänzenden oder auch alternativen Ausführung kann die Softwareaktualisierung SW2 auch ergänzend oder zuerst auf die zweite Zielgruppe Gmax ausgerollt werden und die Performance mit einem Performance-Maß verifiziert werden.

Somit wird die neue Softwareaktualisierung SW2, erst in solche Fahrzeuge 10 ausgerollt, welche weit entfernt von der Systemgrenze operieren, um somit die Zuverlässigkeit der Softwareaktualisierung SW2 fernab der Systemgrenze zu testen. Erreicht das Performance-Maß einen Wert $>$ Schwelle 1, so werden die Änderungen der Softwareaktualisierung SW2 gegenüber dem bisherigen Stand der Software SW1 übernommen und Softwareaktualisierung SW2 wird auf die einen größeren Teil der oder die ganze Fahrzeugflotte ausgerollt. Bleibt das Performance-Maß $<$ Schwelle 1, so wird eine erneute Entwicklungsiteration gestartet und eine neue Softwareaktualisierung SW2' erstellt.

Der Ansatz kann insbesondere zur Entwicklung und zum weiterem Trainieren von Funktionsapproximationen/Methoden des maschinellen Lernens genutzt werden, deren Systemgrenzen unscharf ist und daher erprobt werden müssen.

Alternativ dazu könnte mit den Daten des zweiten Schritts, welche jeweils einem oder mehreren Grenzvektoren eine Systemgrenze zuordnet auch ein vereinfachtes Modell, welches oftmals als Surrogate Model bezeichnet wird, trainiert werden. Dazu kann in einem ersten Schritt a) eine Menge an Grenzvektoren V_{Grenz} gesammelt werden. Wie oben bereits dargelegt kann dies durch ein manuelles oder vorzugsweise automatisiertes Labeln erfolgen. Damit entsteht eine Datensatz, welcher jeweils einem oder mehreren Grenzvektoren V_{Grenz} eine Systemgrenze zuordnet. Die Zuordnung ergibt dabei eine Eingangsvoraussetzung für ein überwachttes maschinelles Lernen, welches eine Zuordnung von Eingangs- zu Ausgabegrößen benötigt. Mit den so im Schritt a) gesammelten Daten lässt sich in einem nachfolgenden Schritt b) das vereinfachte Modell bilden, indem die Zuordnungsvorschrift in einem Trainingsschritt in dem Modell abgebildet wird.

In einem dritten optionalen Schritt c) kann diese Modell dann zusätzlich in einen neuen Softwarestand SW1' integriert und als Softwareaktualisierung SW1' ausgerollt werden, z.B. als OTA (Over the Air) Update.

Immer wenn das Modell eine Genauigkeit $>$ Schwelle 2 erreicht, werden Daten gesammelt. Die Daten können dann einerseits dazu verwendet werden, diese den Grenzvektoren V_{Grenz} zuzuordnen, um die Datenbasis zu vergrößern. Dies stellt eine Erleichterung bzw. Vereinfachung von Schritt 2 dar, da die Erfassung der von

Grenzvektoren V_{Grenz} somit weiter automatisiert und der manuelle Aufwand reduziert werden kann. Die Daten können andererseits aber auch dazu verwendet werden, eine Fahrzeugfunktion 13 nachzutrainieren, die auf Basis von lernenden Verfahren (z.B. maschinelle Lernverfahren, Neuronale Netze, o.ä.) implementiert wurde. Die nachtrainierte Fahrzeugfunktion 13 wird dann in eine neue Softwareaktualisierung SW3 integriert. Zum Testen der Fahrzeugfunktion 13 können dann die vorherigen Schritte wiederholt werden.

Ein Beispiel für eine solche Vorgehensweise bei einer mögliche Systemgrenze sind Personen mit Winterjacke für die Gestenerkennung. Dafür werden im Schritt a) Daten gesammelt, die z.B. eine mangelhafte Erkennungsleistung bei Personen mit Winterjacken abbilden. Diese Systemgrenzen werden einer Menge von Grenzvektoren V_{Grenz} zugeordnet. Nun wird im Schritt b) ein vereinfachtes Modell mit einem neuronalen Netz trainiert. Dieses vereinfachte Modell kann Winterjacken mit einer Genauigkeit von z.B. 80% erkennen. Dieses Surrogate Modell wird in den Softwarestand SW1 integriert, so dass eine neuer Softwarestand bzw. eine -aktualisierung SW1' vorliegt. Diese wird in einer Testgruppe an Fahrzeugen ausgerollt. Immer wenn das vereinfachte Modell eine Winterjacke mit einer Wahrscheinlichkeit $> \text{Schwelle 2}$ erkennt, werden Daten gesammelt. Diese werden der Gruppe an Grenzvektoren V_{Grenz} der Systemgrenzen zugeordnet.

Ferner kann es vorgesehen werden mit diesen Daten ein maschinelles Lernverfahren nachzutrainieren, um die Gestenerkennung bei Personen mit Winterjacke zu erhöhen und in einen Softwarestand SW3 integriert werden. Dieser wird dann als Softwareaktualisierung SW3 in der ersten Zielgruppe G_{min} ausgerollt und die oben beschriebenen Schritte werden zu testen und verifizieren befolgt.

In einer zusätzlichen Ausführung können n Software-Änderungen in n Softwarestände $SW4_j$ ($j = 1..n$) integriert werden. Die Software Stände $SW4_j$ werden ausschließlich auf bestimmte Teilmengen bzw. Untergruppen von Fahrzeugen 10 ausgerollt; V_{UserGi} und/oder V_{fzgGi} . So können modulare Softwarebausteine in der Fahrzeugflotte verteilt werden, um Kapazitäten bei der Übertragung und Softwareaktualisierung zu sparen. Für jeden Softwarestand $SW4_j$ werden die oben beschriebenen Schritte durchlaufen und ggf. wiederholt. Jede Teilmenge bzw. Untergruppe bekommt somit einen „personalisierten“ Stand der genutzten Software.

In einer zusätzlichen in Figur 4 dargestellten Ausführung werden zwei unterschiedliche Softwarelösungen SW5a und SW5b für dasselbe Problem bzw. dieselbe Systemgrenze VGrenze_1 entwickelt. Die erste Zielgruppe Gmin bezüglich VGrenze_1 ist VFzgG1. Nun werden die zwei Softwarelösungen SW5a und SW5b z.B. randomisiert auf die Fahrzeuge verteilt, so dass jeweils eine Teilmenge der ersten Zielgruppe Gmin die eine und die andere Teilmenge die andere Softwarelösung erhält. Dann wird ein Performance-Maß für jede der Softwarelösungen SW5a, SW5b ermittelt. Erreicht z.B. das Performance Maß der Softwarelösung SW5a eine signifikant höherer Güte als SW5b: $Güte(SW5a) > Güte(SW5b) + \delta$ (wobei δ ein Maß für eine signifikante Verbesserung ist), wird zukünftig nur noch Lösung SW5a verfolgt. Die oben genannten Abläufe können dann mit SW5a entsprechend ausgeführt werden.

An die Stelle der beiden Softwarelösungen SW5a, SW5b können auch die bisherige Software SW1 in der ersten Teilmenge der ersten Zielgruppe Gmin und die Softwareaktualisierung SW2 in der zweiten Teilmenge der ersten Zielgruppe Gmin treten. Dann wäre eine klassische A/B- Testung der Softwareaktualisierung gegenüber einer Vergleichsgruppe ohne die Aktualisierung möglich.

Mercedes-Benz Group AG

Patentansprüche

1. Verfahren zum optimierten Ausrollen von Softwareaktualisierungen an einer Fahrzeugflotte, wozu die Softwareaktualisierung (SW1', SW2, SW2', SW3, SW4, SW5a, SW5b) zuerst an eine Teilmenge der Fahrzeugflotte ausgerollt wird, wobei diese Teilmenge basierend auf gesammelten Daten der Fahrzeuge (10) der Fahrzeugflotte bestimmt wird, dadurch gekennzeichnet, dass die gesammelten Daten charakteristische Fahrzeugvektoren (VFzg) umfassen, welche aus Daten der Fahrzeugsensoren gebildet werden, sowie charakteristische Nutzervektoren (VUser), welche aus Daten zum Fahrverhalten, aus physiologischen Daten und Umgebungsdaten gebildet werden, umfassen, wonach die Fahrzeugvektoren (VFzg) und Nutzervektoren (VUser) aller Fahrzeuge (10) der Fahrzeugflotte aggregiert werden, wobei im bisherigen Stand der Softwaresystemgrenzen analysiert und an diesen Systemgrenzen geltende charakteristische Grenzvektoren (VGrenz) ermittelt werden, wonach ein Abstandsmaß (A) zwischen den charakteristischen Grenzvektoren (VGrenz) und den charakteristischen Fahrzeugvektoren (VFzg) und Nutzervektoren (VUser) der Fahrzeugflotte ermittelt wird, woraus eine erste Zielgruppe (Gmin) von Fahrzeugen (10) mit dem minimalen Abstandsmaß (A_{11} , A_{22}) und eine zweite Zielgruppe von Fahrzeugen (10) mit dem maximalen Abstandsmaß (A_{12} , A_{21}) ermittelt wird, wonach die Softwareaktualisierung (SW1', SW2, SW2', SW3, SW4, SW5a, SW5b) an die erste und/oder zweite Zielgruppe (Gmin, Gmax) oder jeweils eine Teilmenge der ersten und/oder zweiten Zielgruppe (Gmin, Gmax) ausgerollt und die Performance der ausgerollten Softwareaktualisierung evaluiert wird, wobei die Softwareaktualisierung (SW1', SW2, SW2', SW3, SW4, SW5a, SW5b) nur im Falle einer positiven Evaluation auf weitere Teile der Fahrzeugflotte ausgerollt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass

zur Evaluation der ausgerollten Softwareaktualisierung (SW1', SW2, SW2', SW3, SW4, SW5a, SW5b) ein Performancemaß (P) bestimmt wird, wobei eine positive Evaluation angenommen wird, wenn das Performancemaß (P) einen vorgegebenen Schwellenwert (Schwelle1) übersteigt, und wobei eine negative Evaluation angenommen wird, wenn das Performancemaß dem vorgegebenen Schwellenwert (Schwelle1) nicht erreicht.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zur Evaluation der Softwareaktualisierung (SW1', SW2, SW2', SW3, SW4, SW5a, SW5b) diese nur an eine Teilmenge der ersten und/oder zweiten Zielgruppe (Gmin, Gmax) ausgerollt wird, wonach die Performance im Vergleich zu einer weiteren Teilmenge der jeweiligen ersten und/oder zweiten Zielgruppe (Gmin, Gmax) als Vergleichsgruppe evaluiert wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass auf die Vergleichsgruppe eine alternative Softwareaktualisierung (SW5a, SW5b) ausgerollt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass im Falle einer negativen Evaluation die Softwareaktualisierung (SW1', SW2, SW2', SW3, SW4, SW5a, SW5b) zuerst optimiert und dann erneut auf die Zielgruppen (Gmin, Gmax) oder Teilmengen der Zielgruppen (Gmin, Gmax) ausgerollt wird, um die optimierte Softwareaktualisierung (SW1', SW2, SW2', SW3, SW4, SW5a, SW5b) zu evaluieren, bevor sie im Falle einer positiven Evaluation auf weitere Teile der Fahrzeugflotte ausgerollt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Aggregation in einem fahrzeugexternen Server (12) erfolgt, an welchen die Fahrzeugvektoren (VFzg) und Nutzervektoren (VUser) der Fahrzeuge (10) übermittelt werden.

7. Verfahren nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Aggregation mittels Clustering-Verfahren erfolgt.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
der charakteristische Grenzvektor (VGrenz) bestimmt wird, in dem Daten von
Fahrzeugsensoren erfasst und gespeichert werden, wenn eine Systemgrenze
erkannt worden ist.
9. Verfahren nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet, dass
der anhand der durch die erfassten und gespeicherten Daten bestimmte
charakteristische Grenzvektor (VGrenz) der jeweiligen Systemgrenze zugeordnet
wird, wonach ein vereinfachtes Modell gebildet wird, um die Zuordnungsvorschrift
abzubilden und potenziellen Veränderungen nachzuführen.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet, dass
der charakteristische Fahrzeugvektor (VFzg) auf Fahrzeugsensorwerten basiert,
welche zumindest eine der Größen Geschwindigkeit, Lenkwinkel, Drehmoment,
Betriebsart und/oder einen der Zustände von Fahrzeugsystemen, Triebstrang,
Batterie umfassen.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet, dass
der charakteristische Nutzervektor (VUser) auf Daten basiert, welche zumindest
eine der Größen Lenkwinkel, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Wetter, Objekte im
und um das Fahrzeug, Lidschlagfrequenz, Sekundenschlaf, Gesichtsausdruck,
Gesten des Fahrzeugnutzers, umfassen.

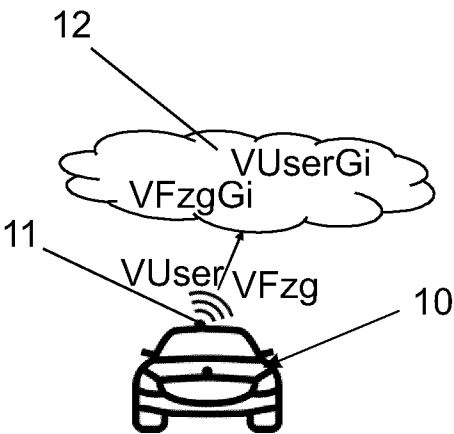


Fig. 1

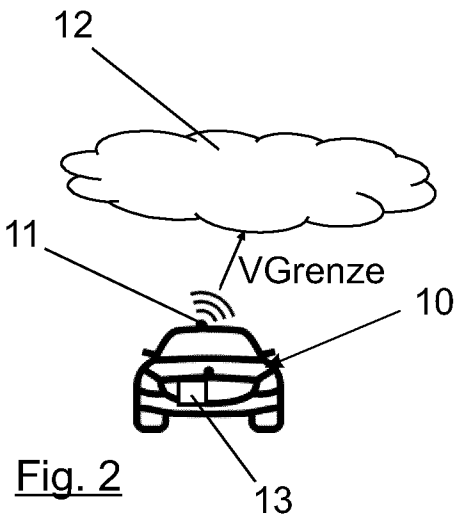


Fig. 2

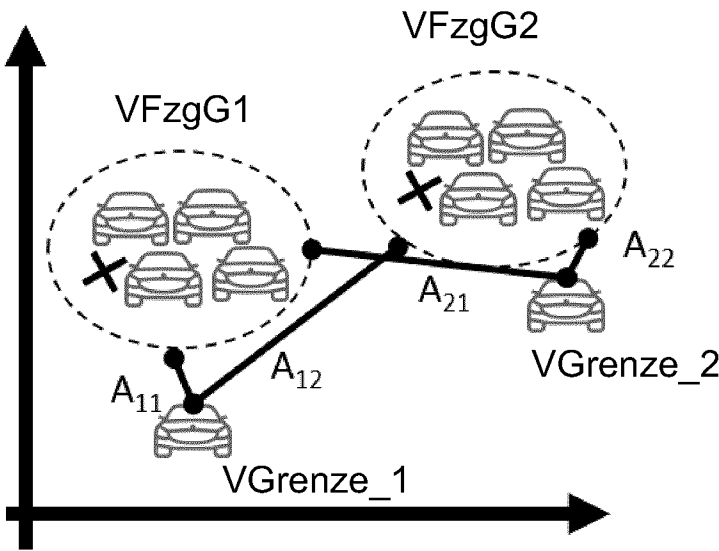


Fig. 3

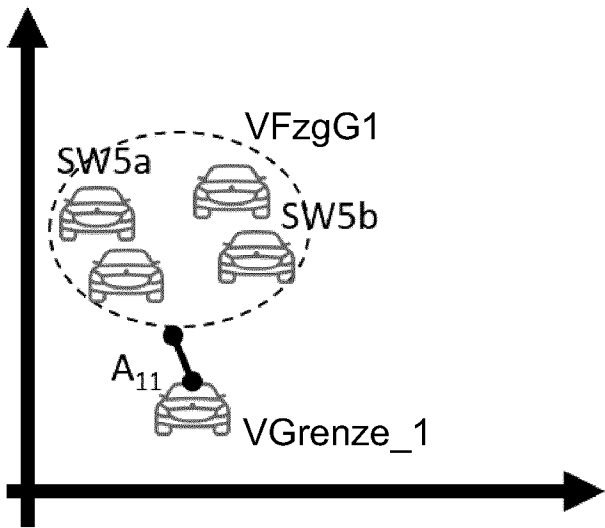


Fig. 4

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

DECLARATION OF NON-ESTABLISHMENT OF INTERNATIONAL SEARCH REPORT

(PCT Article 17(2)(a), Rules 13*ter*.1(c) and (d) and 39)

Applicant's or agent's file reference 2022P00964WO	IMPORTANT DECLARATION	Date of mailing (day/month/year) 26 January 2024
International application No. PCT/EP2023/079739	International filing date (day/month/year) 25 October 2023	(Earliest) Priority Date (day/month/year) 28 October 2022
International Patent Classification (IPC) or both national classification and IPC G06F 8/65(2018.01)i		
Applicant MERCEDES-BENZ GROUP AG		

This International Searching Authority hereby declares, according to Article 17(2)(a), that **no international search report will be established** on the international application for the reasons indicated below.

1. ☐ The subject matter of the international application relates to:
- a. ☐ scientific theories
 - b. ☐ mathematical theories
 - c. ☐ plant varieties
 - d. ☐ animal varieties
 - e. ☐ essentially biological processes for the production of plants and animals, other than microbiological processes and the products of such processes
 - f. ☐ schemes, rules or methods of doing business
 - g. ☐ schemes, rules or methods of performing purely mental acts
 - h. ☐ schemes, rules or methods of playing games
 - i. ☐ methods for treatment of the human body by surgery or therapy
 - j. ☐ methods for treatment of the animal body by surgery or therapy
 - k. ☐ diagnostic methods practised on the human or animal body
 - l. ☐ mere presentations of information
 - m. ☐ computer programs for which this International Searching Authority is not equipped to search prior art
2. ☒ The failure of the following parts of the international application to comply with prescribed requirements prevents a meaningful search from being carried out:
- ☐ the description ☒ the claims ☐ the drawings
3. ☐ A meaningful search could not be carried out without the sequence listing; the applicant did not, within the prescribed time limit:
- ☐ furnish a sequence listing in the form of an Annex C/ST.25 text file, and such listing was not available to the International Searching Authority in a form and manner acceptable to it; or the sequence listing furnished did not comply with the standard provided for in Annex C of the Administrative Instructions.
 - ☐ furnish a sequence listing on paper or in the form of an image file complying with the standard provided for in Annex C of the Administrative Instructions, and such listing was not available to the International Searching Authority in a form and manner acceptable to it; or the sequence listing furnished did not comply with the standard provided for in Annex C of the Administrative Instructions.
 - ☐ pay the required late furnishing fee for the furnishing of a sequence listing in response to an invitation under Rule 13*ter*.1(a) or (b).
4. Further comments:

The present application fails to meet the requirements of PCT Article 6 because claims 1-11 are based on a number of unclear features, some of which are not supported by the description and/or are inconsistent within

Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016	Authorized officer Steinmetz, Christof Telephone No.
---	---

**DECLARATION OF NON-ESTABLISHMENT
OF INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/EP2023/079739

the set of claims. In addition, claims 1-11 multiple times merely claim the result to be achieved. It seems that the requirements of PCT Article 5 are not met either because said unclear features are not sufficiently disclosed in the application as a whole.

The details of the reasons can be consulted in the written opinion of the International Searching Authority (Supplemental Box).

The applicant is advised that claims relating to inventions in respect of which no international search report has been established cannot normally be the subject of an international preliminary examination (PCT Rule 66.1(e)).

In its capacity as International Preliminary Examining Authority, the EPO generally will not carry out a preliminary examination for subject matter that has not been searched.

This also applies in cases where the claims were amended after receipt of the international search report (PCT Article 19) or where the applicant submits new claims in the course of the procedure under PCT Chapter II.

However, after entry into the regional phase before the EPO, an additional search may be carried out in the course of the examination (cf. EPO Guidelines, C-IV, 7.2) if the defects that led to the declaration under PCT Article 17(2) have been corrected.

**VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT
AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS**

PCT

ERKLÄRUNG ÜBER DIE NICHTERSTELLUNG EINES INTERNATIONALEN RECHERCHEN
(Artikel 17 (2) a) und Regeln 13ter. 1 c) und 39 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts 2022P00964WO	WICHTIGE ERKLÄRUNG	Absenddatum (Tag/Monat/Jahr) 26 Januar 2024 (26-01-2024)
Internationales Aktenzeichen PCT/EP2023/079739	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 25 Oktober 2023 (25-10-2023)	(Frühestes) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 28 Oktober 2022 (28-10-2022)
Internationale Patentklassifikation (IPC) oder nationale Klassifikation und IPC G06F8/65		
Anmelder MERCEDES-BENZ GROUP AG		

Diese Internationale Recherchenbehörde erklärt gemäß Artikel 17 (2) a), dass für die internationale Anmeldung aus den nachstehend aufgeführten Gründen **kein internationaler Recherchenbericht erstellt wird.**

1. ☐ Der Gegenstand der internationalen Anmeldung betrifft folgende Gebiete:
- a) ☐ wissenschaftliche Theorien
 - b) ☐ mathematische Theorien
 - c) ☐ Pflanzensorten
 - d) ☐ Tierarten
 - e) ☐ im wesentlichen biologische Verfahren zur Züchtung von Pflanzen und Tieren mit Ausnahme mikrobiologischer Verfahren und der mit Hilfe dieser Verfahren gewonnenen Erzeugnisse
 - f) ☐ Pläne, Regeln und Verfahren für eine geschäftliche Tätigkeit
 - g) ☐ Pläne, Regeln und Verfahren für rein gedankliche Tätigkeiten
 - h) ☐ Pläne, Regeln und Verfahren für Spiele
 - i) ☐ Verfahren zur chirurgischen oder therapeutischen Behandlung des menschlichen Körpers
 - j) ☐ Verfahren zur chirurgischen oder therapeutischen Behandlung des tierischen Körpers
 - k) ☐ Diagnostizierverfahren zur Anwendung am menschlichen oder tierischen Körper
 - l) ☐ bloße Wiedergabe von Informationen
 - m) ☐ Programme von Datenverarbeitungsanlagen, in bezug auf die diese Internationale Recherchenbehörde nicht für die Durchführung einer Recherche über den Stand der Technik ausgerüstet ist
2. ☒ Die folgenden Teile der internationalen Anmeldung entsprechen nicht den vorgeschriebenen Anforderungen so dass eine sinnvolle Recherche nicht durchgeführt werden kann:
- ☐ die Beschreibung ☒ die Ansprüche ☐ die Zeichnungen
3. ☐ Ohne das Sequenzprotokoll konnte keine sinnvolle Recherche durchgeführt werden; der Anmelder hat es versäumt, innerhalb der vorgeschriebenen Frist
- ☐ ein Sequenzprotokoll in Übereinstimmung mit dem WIPO-Standard ST.26 einzureichen, und der Internationalen Recherchenbehörde war ein solches Sequenzprotokoll nicht in einer für sie akzeptablen Form, Sprache und Weise zugänglich;
 - ☐ die erforderliche Gebühr für verspätete Einreichung zu entrichten, wenn ein Sequenzprotokoll aufgrund einer Aufforderung nach den Regeln 13ter.1 a) eingereicht wurde.

4. Weitere Bemerkungen:

<p>Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde</p> <div style="display: flex; align-items: center;"><div><p>Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL-2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040 Fax: (+31-70) 340-3016</p></div></div>	<p>Bevollmächtigter Bediensteter</p> <p>VAN EKELENBURG, Jacqueline Tel: +31 (0)70 340-3321</p>
---	---

WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 203

Die vorliegende Anmeldung erfüllt nicht die Erfordernisse des Artikels 6 PCT, da die Ansprüche 1-11 auf einer Vielzahl unklarer Merkmale, welche teilweise nicht von der Beschreibung gestützt werden und/oder inkonsistent innerhalb des Anspruchsatzes sind, basieren. Darüber hinaus wird in den Ansprüchen 1-11 mehrfach lediglich das zu erreichende Ergebnis beansprucht. Es hat den Anschein, dass auch die Erfordernisse des Artikels 5 PCT nicht erfüllt sind, da besagte unklare Merkmale in der Anmeldung als Ganzes nicht ausreichend offenbart sind. Die detaillierten Gründe können dem schriftlichen Bescheid der internationalen Recherchenbehörde (Beiblatt) entnommen werden.

Der Anmelder wird darauf hingewiesen, dass Patentansprüche auf Erfindungen, für die kein internationaler Recherchenbericht erstellt wurde, normalerweise nicht Gegenstand einer internationalen vorläufigen Prüfung sein können (Regel 66.1(e) PCT).

In seiner Eigenschaft als mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragte Behörde wird das EPA also in der Regel keine vorläufige Prüfung für Gegenstände durchführen, zu denen keine Recherche vorliegt. Dies gilt auch für den Fall, dass die Patentansprüche nach Erhalt des internationalen Recherchenberichtes geändert wurden (Art. 19 PCT), oder für den Fall, dass der Anmelder im Zuge des Verfahrens gemäss Kapitel II PCT neue Patentansprüche vorlegt.

Nach Eintritt in die regionale Phase vor dem EPA kann jedoch im Zuge der Prüfung eine weitere Recherche durchgeführt werden (Vgl. EPA-Richtlinien C-IV, 7.2), sollten die Mängel behoben sein, die zu der Erklärung gemäss Art. 17 (2) PCT geführt haben.