

5 Beschreibung

Titel

Verfahren und Vorrichtung zum Betreiben eines automatisierten Fahrzeugs

10 Die vorliegende Erfindung betrifft wenigstens ein Verfahren zum Betreiben eines automatisierten Fahrzeugs, wobei das Verfahren einen Schritt des Erfassens eines Ist-Betriebszustands des automatisierten Fahrzeugs und einen Schritt des Bestimmens eines Soll-Betriebszustands des automatisierten Fahrzeugs umfasst. Weiterhin umfasst das Verfahren einen Schritt des Bestimmens einer Fahrstrategie derart, dass das
15 automatisierten Fahrzeug automatisiert von dem Ist-Betriebszustand in den Soll-Betriebszustand überführt wird, und einen Schritt des Betriebens des automatisierten Fahrzeugs, abhängig von der Fahrstrategie.

20 Offenbarung der Erfindung

Das erfindungsgemäße Verfahren zum Betreiben eines automatisierten Fahrzeugs umfasst einen Schritt des Erfassens eines Ist-Betriebszustands des automatisierten Fahrzeugs und einen Schritt des Bestimmens eines Soll-Betriebszustands des
25 automatisierten Fahrzeugs, abhängig von dem Ist-Betriebszustands. Das Verfahren umfasst weiterhin einen Schritt des Bestimmens einer Fahrstrategie derart, dass das automatisierten Fahrzeug automatisiert von dem Ist-Betriebszustand in den Soll-Betriebszustand überführt wird, und einen Schritt des Betriebens des automatisierten Fahrzeugs, abhängig von der Fahrstrategie, zum automatisierten Überführen des
30 automatisierten Fahrzeugs in den Soll-Betriebszustand.

Unter einem automatisierten Fahrzeug ist ein Fahrzeug, welches gemäß einem der SAE-Level 1 bis 5 ausgebildet ist, zu verstehen (siehe Norm SAE J3016).

35 Unter einem Betreiben des automatisierten Fahrzeugs ist zu verstehen, dass das automatisierte Fahrzeug teil-, hoch- oder vollautomatisiert – entsprechend einem der

SAE-Level – betrieben wird. Dabei umfasst das Betreiben beispielsweise das Bestimmen einer Trajektorie für das automatisierte Fahrzeug und/oder das Abfahren der Trajektorie mittels einer automatisierten Quer- und/oder Längssteuerung und/oder das Ausführen sicherheitsrelevanter Fahrfunktionen etc.

5

Das erfindungsgemäße Verfahren löst vorteilhafterweise die Aufgabe, ein zuverlässiges und somit ein sicheres Betreiben eines automatisierten Fahrzeugs bereitzustellen. Das erfindungsgemäße Verfahren löst diese Aufgabe, indem ein Ist-Betriebszustand – welcher beispielsweise eine mangelhafte Zuverlässigkeit zur Folge hat – erkannt wird und das automatisierte Fahrzeug anschließend – ohne menschliches Zutun – eine Fahrstrategie bestimmt und ausführt (Betreiben des Fahrzeugs abhängig von der Fahrstrategie), so dass beispielsweise ein Soll-Betriebszustand herbeigeführt wird, welcher eine verbesserte Zuverlässigkeit und somit beispielsweise eine verbesserte Sicherheit für das automatisierte Fahrzeug zur Folge hat. Dies steigert auch die Akzeptanz des automatisierten Fahrens insgesamt.

10
15

Vorzugsweise umfasst der Ist-Betriebszustand eine erste Positionsunschärfe des automatisierten Fahrzeugs und der Soll-Betriebszustand eine zweite Positionsunschärfe des und/oder umfasst der Ist-Betriebszustand einen ersten Sensorzustand wenigstens eines Sensors des automatisierten Fahrzeugs und der Soll-Betriebszustand einen zweiten Sensorzustand des wenigstens einen Sensors des automatisierten Fahrzeugs und/oder umfasst der Ist-Betriebszustand einen ersten Fahrzeugdynamikzustand des automatisierten Fahrzeugs und der Soll-Betriebszustand einen zweiten Fahrzeugdynamikzustand des automatisierten Fahrzeugs umfasst.

20
25

Unter einer Positionsunschärfe ist beispielsweise eine Genauigkeit zu verstehen, mit der eine Position des automatisierten Fahrzeugs – beispielsweise bezogen auf einen bestimmten Punkt am oder im Fahrzeug – beschrieben wird. Dabei ist die zweite Positionsunschärfe derart gering, dass die Position des automatisierten Fahrzeugs einer hochgenauen Position entspricht. Unter einer hochgenauen Position ist eine Position zu verstehen, welche innerhalb eines vorgegebenen Koordinatensystems, beispielsweise GNSS-Koordinaten, derart genau ist, dass diese Position eine maximal zulässige Unschärfe nicht überschreitet. Dabei kann die maximale Unschärfe beispielsweise von der Umgebung des automatisierten Fahrzeugs abhängen. Weiterhin kann die maximale Unschärfe beispielsweise davon abhängen, ob das automatisierte Fahrzeug teil-, hoch- oder vollautomatisiert betrieben wird. Grundsätzlich ist die maximale Unschärfe so gering,

30
35

dass ein sicheres Betreiben des automatisierten Fahrzeugs gewährleistet ist. Für ein vollautomatisiertes Betreiben des automatisierten Fahrzeugs liegt die maximale Unschärfe beispielsweise in einer Größenordnung von etwa 10 Zentimeter. Die erste Positionsunschärfe ist gegenüber der zweiten Positionsunschärfe wenigstens so viel größer, dass beispielsweise ein automatisiertes Betreiben – zumindest gemäß einem gewünschten bzw. vorgegebenen SAE-Level – nicht gewährleistet und sicher umgesetzt werden kann.

Unter einem Fahrzeugdynamikzustand ist beispielsweise ein Zustand des automatisierten Fahrzeugs während des Fahrbetriebs, abhängig von beispielsweise Anzahl der Insassen und/oder Gesamtmasse (aufgrund Insassen und/oder Ladung) und/oder ein Zustand des Bremssystems und/oder ein Zustand der Fahrassistenzsysteme und/oder weitere Zustände – abhängig von der Fahrdynamik des automatisierten Fahrzeugs – zu verstehen.

Hierin zeigt sich der Vorteil, dass das Betreiben des Fahrzeugs mit einer Optimierung des automatisierten Fahrzeugs – also einem Überführen des Ist-Betriebszustands in den Soll-Betriebszustand – verknüpft wird. Dies steigert die Zuverlässigkeit und somit die Sicherheit des automatisierten Fahrzeugs sowie die Akzeptanz des automatisierten Fahrens insgesamt.

Vorzugsweise umfasst die Fahrstrategie eine Fahrtroute für das automatisierte Fahrzeug.

Hierin zeigt sich der Vorteil, dass ohne vielen – beispielsweise externen – Aufwand (Werkstatt, Einstellungen durch einen Betreiber, zusätzliche Lokalisierungsverfahren, etc.) eine Überführung des automatisierten Fahrzeugs in den Soll-Betriebszustand herbeigeführt werden kann. Dies verringert Kosten und steigert die Zufriedenheit eines Betreibers des automatisierten Fahrzeugs.

Vorzugsweise wird die Fahrtroute mittels einer digitalen Karte bestimmt, wobei die digitale Karte Umgebungsmerkmale umfasst, wobei das Betreiben des automatisierten Fahrzeugs zum automatisierten Überführen des automatisierten Fahrzeugs in den Soll-Betriebszustand abhängig von den Umgebungsmerkmalen erfolgt, welche mittels einer Umfeldsensorik des automatisierten Fahrzeugs erfasst werden.

Unter einer Umfeldsensorik ist beispielsweise wenigstens ein Video- und/oder Radar- und/oder Lidar- und/oder Ultraschall- und/oder wenigstens ein weiterer Sensor zu verstehen, welcher dazu ausgebildet ist, Umgebungsmerkmale zu erfassen. In einer Ausführungsform ist unter einer Umfeldsensorik der wenigstens eine Sensor sowie eine geeignete Software zum Auswerten der erfassten Daten zu verstehen, beispielsweise um die Umgebungsmerkmale zu erkennen und/oder zu klassifizieren und/oder eine Position des automatisierten Fahrzeugs relativ zu den Umgebungsmerkmalen, beispielsweise durch Angabe eines Abstands und/oder einer Richtung, zu bestimmen.

10 Vorzugsweise wird die Fahrtroute derart bestimmt, dass eine Anzahl der Umgebungsmerkmale, welche mittels der Umfeldsensorik erfasst werden, maximal wird.

Darunter ist zu verstehen, dass alle in Frage kommenden Fahrtrouten – beispielsweise die schnellste Fahrtroute und/oder die kürzeste Fahrtroute und/oder eine weitere Fahrtroute (die Kriterien können beispielsweise vorab von einem Hersteller und/einem Besitzer und/oder einem Betreiber des automatisierten Fahrzeugs ausgewählt werden) – bestimmt werden und anschließend die Fahrtroute ausgewählt wird, welche am meisten Umgebungsmerkmale – die Informationen dazu werden beispielsweise von der digitalen Karte umfasst – derart umfasst, dass diese mittels der Umfeldsensorik des automatisierten Fahrzeugs erfasst werden können.

Hierin zeigt sich der Vorteil, dass die Informationsdichte, basierend auf Umgebungsmerkmalen, maximiert wird, was beispielsweise dazu führt, dass das automatisierte Fahrzeug genauer und/oder schneller und/oder effektiver in den Soll-Betriebszustand überführt wird.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung, insbesondere eine Recheneinheit bzw. Steuergerät, ist dazu eingerichtet, alle Schritte des Verfahrens gemäß einem der Verfahrensansprüche auszuführen.

30

Weiterhin wird ein Computerprogramm beansprucht, umfassend Befehle, die bei der Ausführung des Computerprogramms durch einen Computer diesen veranlassen, ein Verfahren gemäß einem der Verfahrensansprüche auszuführen.

35 Weiterhin wird ein maschinenlesbares Speichermedium, auf dem das Computerprogramm gespeichert ist, beansprucht.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben und in der Beschreibung aufgeführt.

5 Zeichnungen

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in den nachfolgenden Beschreibungen näher erläutert. Es zeigen:

10 Figur 1 ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens bzw. der erfindungsgemäßen Vorrichtung; und

Figur 2 ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens in Form eines Ablaufdiagramms.

15

Ausführungsformen der Erfindung

Figur 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens 300.

20 Dabei werden beispielsweise drei unterschiedliche Fahrtrouten gezeigt, wobei sich entlang jeder der unterschiedlichen Fahrtrouten Umgebungsmerkmale (hier gezeigt durch die Punkte) befinden. Dabei kann jede der unterschiedlichen Fahrtrouten besonders geeignet sein, um ein automatisiertes Fahrzeug von einem Ist-Betriebszustand in einen Soll-Betriebszustand zu überführen, indem das automatisierte Fahrzeug beispielsweise
25 entlang einer Fahrtroute betrieben wird, welche besonders viele Umgebungsmerkmale umfasst. Unter einer Fahrtroute ist allgemein eine für das automatisierte Fahrzeug befahrbare Strecke zwischen einem Startpunkt (101) und einem Endpunkt (102) zu verstehen.

30 Die Umgebungsmerkmale können dabei unterschiedlich ausgebildet sein, je nach Ausgestaltung des Ist-Betriebszustands, der erfasst wird. Beispielsweise handelt es sich bei den Umgebungsmerkmalen um Bodenunebenheiten und Höhenprofile, die die Fahrzeugdynamik anregen. Weiterhin kann die Fahrtroute beispielsweise durch Orte führen, die eine Re-Kalibrierung der GNSS Abweichungen ermöglichen, also
35 beispielsweise eine Anpassung und/Korrektur eines Sensorzustands. Hierbei kann die Fahrtroute beispielsweise auch abhängig von einer Ausgestaltung des wenigstens einen

Sensors des automatisierten Fahrzeugs ausgewählt werden. Beispielsweise umfasst eine Fahrtroute mehr Umgebungsmerkmale, welche dazu ausgebildet sind, mittels eines Radarsensors erfasst zu werden.

- 5 In einer Ausführungsform ist beispielsweise eine laterale Position des automatisierten Fahrzeugs hochgenau bestimmt, aber eine longitudinale Position dagegen nicht oder mit einer höheren Unschärfe. Hier ist eine Fahrtroute geeignet, die Umgebungsmerkmale derart umfasst, dass die longitudinale Position hochgenau bestimmt werden kann. In einer weiteren Ausführungsform kann so beispielsweise Winkel einer Fahrzeugpose des
10 automatisierten Fahrzeugs bestimmt werden bzw. die Genauigkeit der bestimmten Winkel verbessert werden.

- In einer weiteren Ausführungsform kann – je nach teilweiser Unsicherheit der Fahrzeugdynamik – eine andere Anregung und/oder Konstellation besser oder schlechter
15 geeignet sein, um möglichst gut und/oder schnell die Fahrzeugdynamik zu bestimmen. Weiterhin kann beispielsweise mittels einer hochgenauen Karte vorab berechnet werden, welche Umgebungsmerkmale bzgl. welcher Fahrtroute und/oder bzgl. welcher Ausgestaltung der Umgebung (z.B. zugeparkte Bordsteine, Hausfassaden, etc.) mit der Umfeldsensorik (evtl. gleichzeitig) wahrnehmbar sind oder welche Unebenheiten mit
20 welcher Wahrscheinlichkeit unter den sonst geltenden Kritikalitätsmaßen der Auswahl einer Fahrtroute befahren werden. Ebenso kann die Konstellation der Umgebungsmerkmale eine Rolle spielen, wenn nur mit mehreren – gleichzeitig und/oder in kurzem zeitlichem Abstand auftretenden – sichtbaren Umgebungsmerkmalen beispielsweise eine Kalibrierung und/oder eine Lokalisierung und/oder ein Bestimmen der
25 Fahrzeugdynamik ermöglichen oder bei gewissen Konstellationen wenigstens besser und/oder schneller ermöglichen.

Figur 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines Verfahrens 300 zum Betreiben eines automatisierten Fahrzeugs.

30

In Schritt 301 startet das Verfahren 300, beispielsweise indem das automatisierte Fahrzeug in regelmäßigen Abständen, eine Überprüfung wenigstens eines Zustands (hier: Ist-Betriebszustands) durchführt und diesen mit einem vorgegebenen Zustand (hier: Soll-Betriebszustand) vergleicht.

35

In Schritt 310 wird ein Ist-Betriebszustands des automatisierten Fahrzeugs erfasst.

In Schritt 320 wird ein Soll-Betriebszustands des automatisierten Fahrzeugs, abhängig von dem Ist-Betriebszustands, bestimmt.

- 5 In Schritt 330 wird eine Fahrstrategie derart bestimmt, dass das automatisierten Fahrzeug automatisiert von dem Ist-Betriebszustand in den Soll-Betriebszustand überführt wird.

- 10 In Schritt 340 wird das automatisierte Fahrzeug, abhängig von der Fahrstrategie, zum automatisierten Überführen des automatisierten Fahrzeugs in den Soll-Betriebszustand, betrieben.

In Schritt 350 endet das Verfahren 300.

5 Ansprüche

1. Verfahren (300) zum Betreiben (340) eines automatisierten Fahrzeugs umfassend:
 - Erfassen (310) eines Ist-Betriebszustands des automatisierten Fahrzeugs;
 - Bestimmen (320) eines Soll-Betriebszustands des automatisierten Fahrzeugs,
10 abhängig von dem Ist-Betriebszustands;
 - Bestimmen (330) einer Fahrstrategie derart, dass das automatisierten Fahrzeug
automatisiert von dem Ist-Betriebszustand in den Soll-Betriebszustand überführt
wird; und
 - Betreiben (340) des automatisierten Fahrzeugs, abhängig von der Fahrstrategie,
15 zum automatisierten Überführen des automatisierten Fahrzeugs in den Soll-
Betriebszustand.

2. Verfahren (300) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ist-
Betriebszustand eine erste Positionsunschärfe des automatisierten Fahrzeugs und der
20 Soll-Betriebszustand eine zweite Positionsunschärfe des umfasst und/oder der Ist-
Betriebszustand einen ersten Sensorzustand wenigstens eines Sensors des
automatisierten Fahrzeugs und der Soll-Betriebszustand einen zweiten Sensorzustand
des wenigstens einen Sensors des automatisierten Fahrzeugs umfasst und/oder der
Ist-Betriebszustand einen ersten Fahrzeugdynamikzustand des automatisierten
25 Fahrzeugs und der Soll-Betriebszustand einen zweiten Fahrzeugdynamikzustand des
automatisierten Fahrzeugs umfasst.

3. Verfahren (300) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fahrstrategie
eine Fahrroute für das automatisierte Fahrzeug umfasst.
30

4. Verfahren (300) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fahrtroute
mittels einer digitalen Karte bestimmt wird, wobei die digitale Karte
Umgebungsmerkmale umfasst, wobei das Betreiben des automatisierten Fahrzeugs
zum automatisierten Überführen des automatisierten Fahrzeugs in den Soll-
35 Betriebszustand abhängig von den Umgebungsmerkmalen erfolgt, welche mittels
einer Umfeldsensorik des automatisierten Fahrzeugs erfasst werden.

5. Verfahren (300) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fahrtroute derart bestimmt wird, dass eine Anzahl der Umgebungsmerkmale, welche mittels der Umfeldsensorik erfasst werden, maximal wird.
- 5 6. Vorrichtung, insbesondere eine Recheneinheit, die eingerichtet ist, alle Schritte des Verfahrens (300) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5 auszuführen.
7. Computerprogramm, umfassend Befehle, die bei der Ausführung des Computerprogramms durch einen Computer diesen veranlassen, ein Verfahren (300)
10 gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5 auszuführen.
8. Maschinenlesbares Speichermedium, auf dem das Computerprogramm nach Anspruch 7 gespeichert ist.

5 Zusammenfassung

Verfahren (300) und Vorrichtung zum Betreiben (340) eines automatisierten Fahrzeugs umfassend einen Schritt des Erfassens (310) eines Ist-Betriebszustands des automatisierten Fahrzeugs, einen Schritt des Bestimmens (320) eines Soll-Betriebszustands des automatisierten Fahrzeugs, abhängig von dem Ist-Betriebszustands, einen Schritt des Bestimmens (330) einer Fahrstrategie derart, dass das automatisierten Fahrzeug automatisiert von dem Ist-Betriebszustand in den Soll-Betriebszustand überführt wird, und einen Schritt des Betreibens (340) des automatisierten Fahrzeugs, abhängig von der Fahrstrategie, zum automatisierten Überführen des automatisierten Fahrzeugs in den Soll-Betriebszustand.

(Fig. 1)

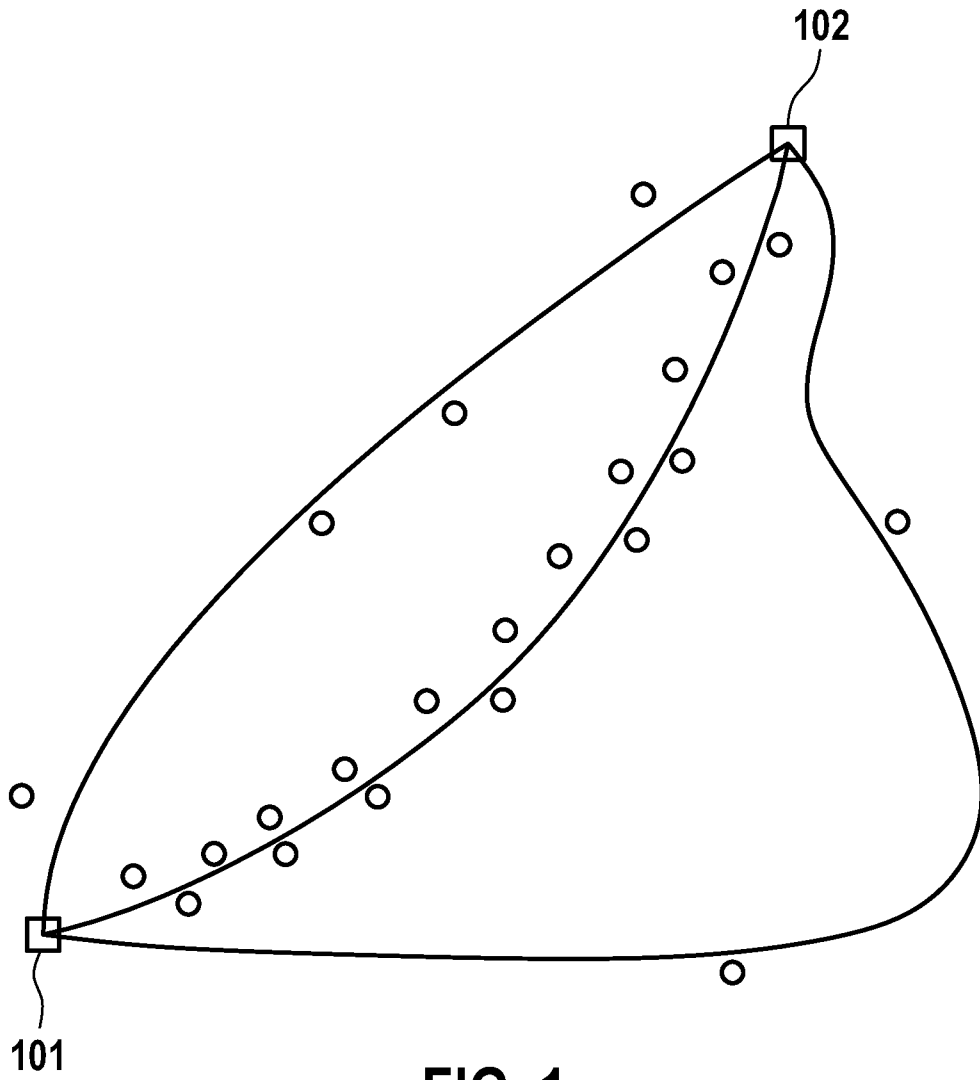


FIG. 1

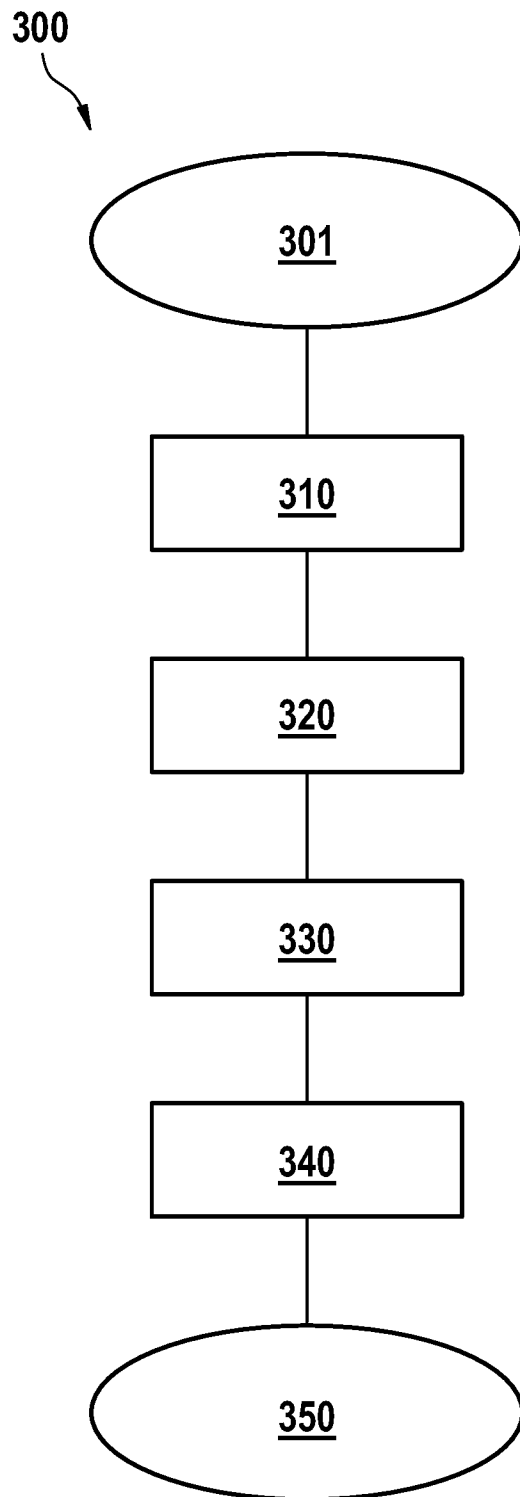


FIG. 2