



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2023 130 154.3**

(22) Anmeldetag: **31.10.2023**

(43) Offenlegungstag: **26.09.2024**

(51) Int Cl.: **B60W 50/04 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:
202310280259.5 22.03.2023 CN

(71) Anmelder:
**CATARC AUTOMOTIVE TEST CENTER (TIANJIN)
CO., LTD, Tianjin, CN; CHINA AUTOMOTIVE
TECHNOLOGY AND RESEARCH CENTER CO.,
LTD, Tianjin, CN**

(74) Vertreter:
**Sun, Yiming, M.Sc. Dipl. Sc. Pol. Univ., 80801
München, DE**

(72) Erfinder:
**Sun, Hang, Tianjin, CN; Hua, Yiding, Tianjin, CN;
Wang, Zhao, Tianjin, CN; Chen, Zhenyu, Tianjin,
CN; Zhang, Linlin, Tianjin, CN; Zhang, Hang,
Tianjin, CN; Zhou, Bolin, Tianjin, CN; Wang, Jiyu,
Tianjin, CN**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

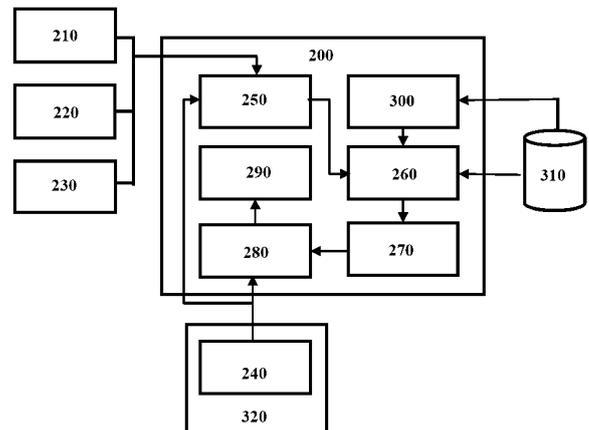
US	11 175 669	B2
US	11 814 059	B1
CN	1 12 506 170	A
CN	1 03 823 929	A
CN	1 14 896 869	A

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Prüfverfahren von tatsächlichen Straßen für automatisiertes Fahrsystem, Vorrichtung und Speichermedium**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft das Gebiet des autonomen Fahrens, insbesondere ein Prüfverfahren von tatsächlichen Straßen für automatisiertes Fahrsystem, eine Vorrichtung und ein Speichermedium. Das Verfahren umfasst: Erfassen von Fahrumfeldwahrnehmungsdaten in Echtzeit, während das geprüfte Fahrzeug im autonomen Fahrmodus auf realen sozialen Straßen fährt; Segmentieren von Fahrzeiträumen des geprüften Fahrzeugs, um mehrere Zeiträume zu erhalten; Aufteilen von Fahrumfeldwahrnehmungsdaten; Eingeben von Fahrumfeldwahrnehmungsdaten jeweils in Fahrermodell zum Erhalt von anthropomorphen Fahrersteuerungsdaten; Eingeben von anthropomorphen Fahrersteuerungsdaten jeweils in Fahrzeugdynamikmodell zum Erhalt von ersten Fahrzeugdynamikparameterdaten; und Vergleichen der ersten Fahrzeugdynamikparameterdaten mit zweiten Fahrzeugdynamikparameterdaten, die demselben Zeitraum entsprechen, zum Ermitteln von Prüfergebnissen des automatisierten Fahrsystems. Dieses Ausführungsbeispiel realisiert die Prüfung von tatsächlichen Straßen für automatisiertes Fahrsystem und löst das Problem, dass die intelligente Leistung des automatisierten Fahrsystems schwierig zu prüfen und zu bewerten ist.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft das Gebiet des autonomen Fahrens, insbesondere ein Prüfverfahren von tatsächlichen Straßen für automatisiertes Fahrsystem, eine Vorrichtung und ein Speichermedium.

Stand der Technik

[0002] Autonomes Fahren ist nicht nur die Spitze der Forschung im Bereich Fahrzeugtechnik, sondern auch die Entwicklungsrichtung der zukünftigen Automobilindustrie. Es ist auch ein wichtiges technisches Mittel, um Probleme wie Verkehrssicherheit, Energieverschwendung und Umweltverschmutzung zu lösen. Mit dem Eintritt des autonomen Fahrzeugs in eine neue Stufe der tiefgreifenden Entwicklung ist es ein Forschungsschwerpunkt der gesamten Automobilindustrie und Wissenschaft, die umfassende Leistung des automatisierten Fahrsystems umfassend und präzise zu prüfen. Im Vergleich zu herkömmlichen Fahrzeugprüfungen gibt es keine allgemein anerkannte Lösung zur Prüfung der Funktion und Leistung autonomer Fahrprodukte im In- und Ausland, um ein einzigartiges „intelligentes“ Attribut des autonomen Fahrzeugs umfassend zu prüfen und zu bewerten. Derzeit ist das am meisten anerkannte Prüfverfahren des autonomen Fahrens in der internationalen Gemeinschaft „Mehrsäulenansatz“ automatisiertes Fahren Prüfnorm, das heißt die Prüfung durch Simulationsprüfung, Feldprüfung und Prüfung von tatsächlichen Straßen und andere Wege und Methoden durchzuführen, wobei die Prüfung von tatsächlichen Straßen die intelligente Leistung des automatisierten Fahrsystems im Umgang mit verschiedenen zufälligen Verkehrssituationen besser verifizieren kann.

[0003] Das Fahrermodell wurde ursprünglich von Ingenieur für Fahrzeugdynamik vorgeschlagen und vervollständigt. Man nennt diese Art von Fahrermodell als „virtueller Testfahrer“, der für Prüfungen im geschlossenen Kreislauf und Simulationen verwendet wird, d.h. das Fahrzeug fährt durch Betätigung entlang einer bestimmten Strecke mit einer festgelegten oder selbst eingestellten Geschwindigkeit. Chinesisches Patent 202011312152.7 schlägt ein Prüfverfahren und eine Vorrichtung vor, die auf einem Fahrermodell basieren, die die Anpassung des mit dem anderen Fahrzeug korrespondierenden Fahrermodells und die Anpassung der Fahrt des anderen Fahrzeugs basierend auf seinem entsprechenden Fahrermodell auslösen, um bei der Prüfung des automatisierten Fahralgorithmus des geprüften Fahrzeugs zu helfen und um eine genaue Prüfung der Leistung des geprüften Fahrzeugs zu erzielen. Es wurde jedoch nicht berücksichtigt, wie die Funktionen und Leistung des automatisierten

Fahrsystems basierend auf dem Fahrermodell in der Prüfung von tatsächlichen Straßen geprüft werden können, und die intelligente Leistungsperformance des automatisierten Fahrsystems konnte in einer komplexeren realen Umgebung nicht verifiziert werden. Chinesisches Patent 201410055985.8 schlägt ein Hilfsentwurfssystem und ein Verfahren für Fahrzeuglenksystemparameter vor, die auf einem Fahrermodell basieren. Beim gesamten Prüfungsprozess wird der Fahrprozess des Menschen simuliert. Durch Änderung der Lenksystemparameter wird die Zustandsantwort des Fahrzeugs erhalten. Durch Analyse der Zustandsantwort werden die Parameter des Lenksystems optimiert, um die Leistung des Lenksystems mehr im Einklang mit den menschlichen Fahreigenschaften zu machen. Die gesamte Fahrzeugleistung des automatisierten Fahrsystems wurde jedoch nicht berücksichtigt und konzentrierte sich nur darauf, wie das Fahrzeuglenksystem anhand des Fahrermodells geprüft und verifiziert werden kann. Das chinesische Patent 202210432328.5 schlägt ein Verfahren zur Generierung von Prüfscenarien des autonomen Fahrens basierend auf personalisierten Fahrermodellen vor, wobei die menschlichen Fahrdaten als Datenquelle verwendet werden können, personalisierte Fahrermodelle mit unterschiedlichen Stilen konstruiert werden, wodurch die Wahrheit und Komplexität von Prüfscenarien effektiv verbessert werden. Es wurde jedoch nicht geprüft, wie das Fahrermodell auf die spezifischen Glieder der Prüfung von tatsächlichen Straßen angewendet werden kann, noch wurden kein spezifisches Prüfsystem und keine spezifische Lösung angegeben.

[0004] Vor diesem Hintergrund wird die vorliegende Erfindung vorgeschlagen.

Inhalt der Erfindung

[0005] Um die oben genannten technischen Probleme zu lösen, stellt die Erfindung ein Prüfverfahren von tatsächlichen Straßen für automatisiertes Fahrsystem, eine Vorrichtung und ein Speichermedium bereit, was die Prüfung von tatsächlichen Straßen für automatisiertes Fahrsystem realisiert und das Problem löst, dass die intelligente Leistung des automatisierten Fahrsystems schwierig zu prüfen und zu bewerten ist.

[0006] Das Ausführungsbeispiel der Erfindung stellt ein Prüfverfahren von tatsächlichen Straßen für automatisiertes Fahrsystem bereit, das umfasst:

Erfassen von Fahrumfeldwahrnehmungsdaten in Echtzeit, während das geprüfte Fahrzeug im autonomen Fahrmodus auf realen sozialen Straßen fährt;

Segmentieren von Fahrzeiträumen des geprüften Fahrzeugs nach verschiedenen Umweltsze-

narientypen basierend auf den Fahrumfeldwahrnehmungsdaten, um mehrere Zeiträume zu erhalten, wobei verschiedene Zeiträume verschiedenen Umweltszenariotypen entsprechen;

Aufteilen von Fahrumfeldwahrnehmungsdaten nach mehreren Zeiträumen zur Ermittlung von Teilfahrumfeldwahrnehmungsdaten, die den jeweiligen Zeiträumen entsprechen;

Eingeben von Teilfahrumfeldwahrnehmungsdaten, die den jeweiligen Zeiträumen entsprechen, jeweils in Fahrermodell zum Erhalt von anthropomorphen Fahrersteuerungsdaten, die den jeweiligen Zeiträumen entsprechen;

Eingeben von anthropomorphen Fahrersteuerungsdaten, die den jeweiligen Zeiträumen entsprechen, jeweils in Fahrzeugdynamikmodell zum Erhalt von ersten Fahrzeugdynamikparameterdaten, die den jeweiligen Zeiträumen entsprechen; und

Vergleichen der ersten Fahrzeugdynamikparameterdaten mit zweiten Fahrzeugdynamikparameterdaten, die demselben Zeitraum entsprechen, zum Ermitteln von Prüfergebnissen des automatisierten Fahrsystems, wobei die zweiten Fahrzeugdynamikparameterdaten durch Auslesen der von CAN-Bus im geprüften Fahrzeug übermittelten Daten erhalten werden.

[0007] Das Ausführungsbeispiel dieser Erfindung stellt eine elektronische Vorrichtung bereit, die elektronische Vorrichtung umfasst:

einen Prozessor und einen Speicher;

wobei der Prozessor verwendet wird, um die Schritte des Prüfverfahrens von tatsächlichen Straßen für automatisiertes Fahrsystem nach einem der Ausführungsbeispiele auszuführen, indem ein im Speicher gespeichertes Programm oder Anweisung aufgerufen wird.

[0008] Das Ausführungsbeispiel der Erfindung bietet ein computerlesbares Speichermedium, das computerlesbare Speichermedium speichert ein Programm oder eine Anweisung, die dem Computer ermöglicht, die Schritte des Prüfverfahrens von tatsächlichen Straßen für automatisiertes Fahrsystem nach einem der Ausführungsbeispiele auszuführen.

[0009] Die Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung haben die folgenden technischen Auswirkungen:

Diese Erfindung schlägt ein Prüfverfahren von tatsächlichen Straßen für automatisiertes Fahrsystem vor, das auf dem reifen Fahrermodell basiert, das der Herausforderung der Zufälligkeit der Prüfung von tatsächlichen Straßen für automatisiertes Fahrsystem begegnen kann,

das die Generalisierungsfähigkeit des reifen Fahrermodells voll ausnutzen kann, automatisch anthropomorphes Fahrverhalten für die tatsächliche, zufällige automatisierte Fahrstrecke generieren kann und durch horizontalen Vergleich mit dem automatisierten Verhalten des automatisierten Fahrsystems die Prüfergebnisse der intelligenten Leistung des automatisierten Fahrsystems generieren kann. Dadurch wird ein angemessenes Verfahren zur Prüfung und Bewertung intelligenter Leistung des automatisierten Fahrens wissenschaftlich vorgeschlagen.

Beschreibung der Figuren

[0010] Um eine klarere Erklärung der spezifischen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung oder der technischen Lösungen im Stand der Technik anzugeben, wird eine kurze Einführung in die für die spezifischen Ausführungsformen oder die Beschreibung des Standes der Technik erforderlichen Zeichnungen gegeben. Es ist offensichtlich, dass die beigefügten Zeichnungen in der folgenden Beschreibung einige Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung sind. Für den Fachmann auf dem einschlägigen technischen Gebiet können auch andere Zeichnungen basierend auf diesen Zeichnungen ohne kreative Arbeit erhalten werden.

Fig. 1 ist ein Strukturdiagramm des Prüfverfahrens von tatsächlichen Straßen für automatisiertes Fahrsystem, das durch ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung bereitgestellt wird; und

Fig. 2 ist ein Strukturdiagramm einer elektronischen Vorrichtung, die durch ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung bereitgestellt wird.

Spezifische Ausführungsformen

[0011] Um den Zweck, die technischen Lösungen und die Vorteile der vorliegenden Erfindung klarer zu machen, bietet das Folgende eine klare und vollständige Beschreibung der technischen Lösungen der vorliegenden Erfindung. Offensichtlich sind die beschriebenen Ausführungsbeispiele nur ein Teil der Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung, nicht alle von ihnen. Basierend auf den Ausführungsbeispielen in der vorliegenden Erfindung fallen alle anderen Ausführungsbeispiele, die der Fachmann auf dem einschlägigen technischen Gebiet ohne kreative Arbeit erhält, in den Schutzbereich der vorliegenden Erfindung.

[0012] Das durch das Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung bereitgestellte Prüfverfahren von tatsächlichen Straßen für automatisiertes Fahrsystem kann der Herausforderung der Zufälligkeit

der Prüfung von tatsächlichen Straßen für automatisiertes Fahrsystem begegnen, die Generalisierungsfähigkeit des reifen Fahrermodells voll ausnutzen, automatisch anthropomorphes Fahrverhalten für die tatsächliche, zufällige automatisierte Fahrtstrecke generieren und durch horizontalen Vergleich mit dem automatischen Verhalten des automatisierten Fahrsystems die Prüfergebnisse der intelligenten Leistung des automatisierten Fahrsystems generieren. Dadurch wird ein angemessenes Verfahren zur Prüfung und Bewertung intelligenter Leistung des automatisierten Fahrens wissenschaftlich vorgeschlagen. Das durch das Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung bereitgestellte Prüfverfahren von tatsächlichen Straßen für automatisiertes Fahrsystem kann durch die elektronische Vorrichtung ausgeführt werden.

[0013] Ein Flussdiagramm des Prüfverfahrens von tatsächlichen Straßen für automatisiertes Fahrsystem wird durch ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung bereitgestellt. Das Prüfverfahren von tatsächlichen Straßen für automatisiertes Fahrsystem umfasst im Einzelnen:

S110: Erfassen von Fahrumfeldwahrnehmungsdaten in Echtzeit, während das geprüfte Fahrzeug im autonomen Fahrmodus auf realen sozialen Straßen fährt.

[0014] Die Fahrumfeldwahrnehmungsdaten umfassen mindestens eine der folgenden Faktoren: Hindernisinformationen vor dem geprüften Fahrzeug, Fahrzeuginformationen vor dem geprüften Fahrzeug, Ampelinformationen, Geschwindigkeitsgrenzzeicheninformationen, Straßenkrümmungsinformationen, Positionsinformationen des geprüften Fahrzeugs, dynamische Parameterinformationen in Quer- und Längsrichtung, relative Geschwindigkeit des vorausfahrenden Fahrzeugs zum geprüften Fahrzeug und relativer Abstand des vorausfahrenden Fahrzeugs zum geprüften Fahrzeug.

[0015] Die Fahrumfeldwahrnehmungsdaten werden durch eine Kamera, ein integriertes GPS/INS-Navigationssystem und einen Millimeterwellenradarsensor im geprüften Fahrzeug gesammelt, wobei die Kamera auf einer Innenseite einer vorderen Windschutzscheibe des geprüften Fahrzeugs installiert ist. Insbesondere ist die Kamera so kalibriert, dass sie Informationen über Hindernisse vor dem Fahrzeug, Fahrzeuginformationen vor dem geprüften Fahrzeug, Ampelinformationen, Geschwindigkeitsgrenzzeicheninformationen, Straßenkrümmungsinformationen in Echtzeit wahrnimmt. Das integrierte Navigationssystem GPS/INS dient dem Erfassen von Fahrzeugpositionsinformationen und dynamischen Parameterinformationen in Quer- und Längsrichtung in Echtzeit. Der Millimeterwellenradarsensor wird verwendet, um die relative Geschwindigkeit und den relativen Abstand des vorausfahrenden Fahr-

zeugs zum geprüften automatisierten Fahrzeug zu erfassen.

[0016] S120: Segmentieren von Fahrzeiträumen des geprüften Fahrzeugs nach verschiedenen Umweltszenariotypen basierend auf den Fahrumfeldwahrnehmungsdaten, um mehrere Zeiträume zu erhalten, wobei verschiedene Zeiträume verschiedenen Umweltszenariotypen entsprechen.

[0017] S130: Aufteilen von Fahrumfeldwahrnehmungsdaten nach mehreren Zeiträumen zur Ermittlung von Teilfahrumfeldwahrnehmungsdaten, die den jeweiligen Zeiträumen entsprechen.

[0018] Die Umweltszenariotypen umfassen Rechtsabbiegen soziales Fahrzeugs, Linksabbiegen soziales Fahrzeugs, Verfolgungsfahrt soziales Fahrzeugs, Einfahrt eines Fahrzeugs vor dem sozialen Fahrzeug, Ausfahrt eines Fahrzeugs vor dem sozialen Fahrzeug oder Spurwechsel soziales Fahrzeugs.

[0019] Mit anderen Worten, der Fahrprozess des geprüften Fahrzeugs in einem bestimmten Umweltszenario wird in einen Zeitraum unterteilt.

[0020] Durch Segmentieren von Fahrzeiträumen des geprüften Fahrzeugs nach verschiedenen Umweltszenariotypen basierend auf den Fahrumfeldwahrnehmungsdaten wird eine fragmentierte Aufteilung der Prüfscenarien erreicht, die in dieser Prüfung von tatsächlichen Straßen erlebt werden, und die Start- und Endzeiten, die die verschiedenen Umweltszenarien entsprechen, werden erfasst.

[0021] Durch Klassifizierung nach den Umweltszenarien kann die Leistungsperformance des automatisierten Fahrsystems in bestimmten Szenarien geprüft werden, was zur Verbesserung der Prüfgenaugigkeit und Testabdeckung sowie zur Gewährleistung der Vollständigkeit der Prüfung förderlich ist.

[0022] S140: Eingeben von Teilfahrumfeldwahrnehmungsdaten, die den jeweiligen Zeiträumen entsprechen, jeweils in Fahrermodell zum Erhalt von anthropomorphen Fahrersteuerungsdaten, die den jeweiligen Zeiträumen entsprechen.

[0023] Die anthropomorphen Fahrersteuerungsdaten umfassen mindestens eine der folgenden Faktoren: Gaspedalöffnungen, Bremspedalöffnungen und Lenkradwinkel. Dadurch, dass beim Fahrermodell das Fahrverhalten realer Fahrer in spezifischen Umweltszenarien simuliert wird, wird dieses Fahrverhalten mit dem automatischen Fahrverhalten des automatisierten Fahrsystems verglichen, um die intelligente Leistungsperformance des automatisierten Fahrsystems zu ermitteln und die Prüfung des automatisierten Fahrsystems zu realisieren.

[0024] S150: Eingeben von anthropomorphen Fahrersteuerungsdaten, die den jeweiligen Zeiträumen entsprechen, jeweils in Fahrzeugdynamikmodell zum Erhalt von ersten Fahrzeugdynamikparameterdaten, die den jeweiligen Zeiträumen entsprechen.

[0025] Ferner wird das Fahrermodell verbessert, um die Simulationsgenauigkeit des Fahrverhaltens und die Prüfgenauigkeit des automatisierten Fahrsystems zu verbessern, so dass das Fahrermodell die anthropomorphe Fahrersteuerungsdaten verschiedener Fahrstile basierend auf den Fahrumfeldwahrnehmungsdaten erhalten kann.

[0026] Entsprechend umfassen die anthropomorphen Fahrersteuerungsdaten, die den jeweiligen Zeiträumen entsprechen: anthropomorphe Fahrersteuerungsdaten für verschiedene Fahrstile, die den jeweiligen Zeiträumen entsprechen, wobei die verschiedenen Fahrstile einen konservativen Fahrstil, einen gewöhnlichen Fahrstil und einen radikalen Fahrstil umfassen.

[0027] Das Eingeben von anthropomorphen Fahrersteuerungsdaten, die den jeweiligen Zeiträumen entsprechen, jeweils in Fahrzeugdynamikmodell zum Erhalt von ersten Fahrzeugdynamikparameterdaten, die den jeweiligen Zeiträumen entsprechen, umfasst:

Eingeben von anthropomorphen Fahrersteuerungsdaten für verschiedene Fahrstile, die den jeweiligen Zeiträumen entsprechen, jeweils in das Fahrzeugdynamikmodell zum Erhalt von Teilfahrzeugdynamikparameterdaten für verschiedene Fahrstile, die den jeweiligen Zeiträumen entsprechen, wobei die Teilfahrzeugdynamikparameterdaten für verschiedene Fahrstile die ersten Fahrzeugdynamikparameterdaten bilden. Das heißt, ein Zeitraum entspricht drei Teilfahrzeugdynamikparameterdaten, nämlich Teilfahrzeugdynamikparameterdaten, den die konservativen Fahrer entsprechen, Teilfahrzeugdynamikparameterdaten, den die gewöhnlichen Fahrer entsprechen und Teilfahrzeugdynamikparameterdaten, den die aggressiven Fahrer entsprechen.

[0028] Daher ist es notwendig, die oben genannten drei Teilfahrzeugdynamikparameterdaten durch bestimmte Strategien zu filtern und schließlich eine davon zu behalten. Beispielhaft umfasst das Verfahren vor Vergleichen der ersten Fahrzeugdynamikparameterdaten mit zweiten Fahrzeugdynamikparameterdaten, die demselben Zeitraum entsprechen, zum Ermitteln von Prüfergebnissen des automatisierten Fahrsystems ferner:

Berechnen von Ähnlichkeit zwischen Teilfahrzeugdynamikparameterdaten für verschiedene Fahrstile, die einem Zeitraum entsprechen, und den zweiten Fahrzeugdynamikparameterdaten,

die denselben Zeitraum entsprechen, und Ermitteln der Teilfahrzeugdynamikparameterdaten mit größter Ähnlichkeit als der ersten Fahrzeugdynamikparameterdaten, den der Zeitraum entspricht.

S160: Vergleichen der ersten Fahrzeugdynamikparameterdaten mit zweiten Fahrzeugdynamikparameterdaten, die demselben Zeitraum entsprechen, zum Ermitteln von Prüfergebnissen des automatisierten Fahrsystems.

[0029] Die zweiten Fahrzeugdynamikparameterdaten werden durch Auslesen der von CAN-Bus im geprüften Fahrzeug übermittelten Daten erhalten.

[0030] Beispielhaft umfasst Vergleichen der ersten Fahrzeugdynamikparameterdaten mit zweiten Fahrzeugdynamikparameterdaten, die demselben Zeitraum entsprechen, zum Ermitteln von Prüfergebnissen des automatisierten Fahrsystems:

Vergleichen der ersten Fahrzeugdynamikparameterdaten mit zweiten Fahrzeugdynamikparameterdaten einer nach dem anderen, die demselben Zeitraum entsprechen, und Ermitteln der Ähnlichkeit jedes Indikators basierend auf Wurzel-Mittelwert-Quadrat-Abweichung;

Gewichten und Summieren der Ähnlichkeit verschiedener Indikatoren zum Erlangen der Prüfergebnisse;

wobei die ersten Fahrzeugdynamikparameterdaten und die zweiten Fahrzeugdynamikparameterdaten jeweils mindestens einen der folgenden Indikatoren umfassen: Längsbeschleunigung, Längsrückartigkeit, Querschleunigung, Querrückartigkeit, Gierwinkel und Gierwinkelbeschleunigung.

[0031] Dieses Ausführungsbeispiel hat die folgenden technischen Auswirkungen: Es schlägt ein Prüfverfahren von tatsächlichen Straßen für automatisiertes Fahrsystem vor, das auf dem reifen Fahrermodell basiert, das der Herausforderung der Zufälligkeit der Prüfung von tatsächlichen Straßen für automatisiertes Fahrsystem begegnen kann, das die Generalisierungsfähigkeit des reifen Fahrermodells voll ausnutzen kann, das automatisch anthropomorphes Fahrverhalten für die tatsächliche, zufällige automatisierte Fahrteststrecke generieren kann und durch horizontalen Vergleich mit dem automatisierten Verhalten des automatisierten Fahrsystems die Prüfergebnisse der intelligenten Leistung des automatisierten Fahrsystems generieren kann. Dadurch wird ein angemessenes Verfahren zur Prüfung und Bewertung intelligenter Leistung des automatisierten Fahrens wissenschaftlich vorgeschlagen.

[0032] Auf der Grundlage der technischen Lösung des oben genannten Ausführungsbeispiels bietet die vorliegende Erfindung auch eine Lösung zum Erhalt des Fahrermodells, mit dem Ziel, das Fahrverhalten zum genauen Simulieren von Fahrern für unterschiedliche Fahrstile in verschiedenen Umweltszenarien zu erfassen.

[0033] Insbesondere umfasst es: Erfassen von Fahrermodelltrainingsdatensätzen von P-Gruppe; wobei jede Gruppe von Fahrermodelltrainingsdatensätzen Fahrumfeldwahrnehmungstrainingsdaten, Fahrersteuerungstrainingsdaten und Fahrstilbewertungsinformationen umfasst, wobei die Fahrstilbewertungsinformationen in mindestens einem Teil der Fahrermodelltrainingsdatensätze unterschiedlich sind;

[0034] Trainieren eines generalisierten Regressionsnetzwerks (Generalized regression neural network, GRNN) basierend auf den Fahrermodelltrainingsdatensätzen von P-Gruppe zum Erhalten des Fahrermodells.

[0035] Vor Trainieren des generalisierten Regressionsnetzwerks (Generalized regression neural network, GRNN) basierend auf den Fahrermodelltrainingsdatensätzen von P-Gruppe nach Erfassen von Fahrermodelltrainingsdatensätzen von P-Gruppe, umfasst es ferner:

Ermitteln von Werten der N Merkmalsparameter, die jeder Gruppe von Fahrermodelltrainingsdaten entsprechen, basierend auf Fahrumfeldwahrnehmungstrainingsdaten und/oder Fahrersteuerungstrainingsdaten in jeder Gruppe von Fahrermodelltrainingsdaten;

Konstruieren eines N-dimensionalen Raums, wobei die Werte der N Merkmalsparameter als Koordinatenwerte genommen werden, Ermitteln von entsprechenden Punkten jeder Gruppe von Fahrermodelltrainingsinitialdaten im N-dimensionalen Raum;

Clustering von P entsprechenden Punkten im N-dimensionalen Raum unter Verwendung eines K-Mittel-Clustering-Analysealgorithmus zum Erhalten von M Clusterergebnissen;

Ermitteln von Repräsentationspunkten für jeweilige Clusterergebnisse, wobei die Repräsentationspunkte die entsprechenden Punkte in ihren zugehörigen Clusterergebnissen darstellen, wobei ein Abstand zwischen jedem Repräsentationspunkt und einem Clustering-Zentrum seines zugehörigen Clusterergebnisses größer als ein erster festgelegter Schwellenwert ist, und wobei der Abstand zwischen jedem Repräsentationspunkt und dem Clusterzentrum eines anderen Clusterergebnisses größer als ein zweiter festgelegter Schwellenwert ist; und

Überarbeiten der Fahrstilbewertungsinformationen in jeder Gruppe von Fahrermodelltrainingsdaten, so dass die überarbeiteten Fahrstilbewertungsinformationen in jeder Gruppe von Fahrermodelltrainingsdaten mit den Fahrstilbewertungsinformationen der Repräsentationspunkte in denselben zugehörigen Clusterergebnissen übereinstimmen.

[0036] Vor Ermitteln von Werten der N Merkmalsparameter, die jeder Gruppe von Fahrermodelltrainingsdaten entsprechen, basierend auf Fahrumfeldwahrnehmungstrainingsdaten und/oder Fahrersteuerungstrainingsdaten in jeder Gruppe von Fahrermodelltrainingsdaten, umfasst es ferner:

Durchführen einer Hauptkomponentenanalyse unter Kandidatenparametern zum Ermitteln von N Merkmalsparametern; wobei die Kandidatenparameter umfassen: durchschnittliche Fahrzeuggeschwindigkeit, Standardabweichung der Fahrzeuggeschwindigkeit, maximale Fahrzeuggeschwindigkeit, durchschnittliche Längsbeschleunigung, Standardabweichung der Längsbeschleunigung, maximale Längsbeschleunigung, durchschnittliche Querbewegung, Standardabweichung der Querbewegung, maximale Querbewegung, durchschnittliche Lenkradwinkel, Standardabweichung des Lenkradwinkels und maximaler Lenkradwinkel.

Ferner wird auf das Strukturdiagramm des in **Fig. 1** gezeigten Prüfsystems von tatsächlichen Straßen für automatisiertes Fahrsystem Bezug genommen, das Zentrale Berechnungsmodul 200, eine Vorwärtsprüfkamera 210, ein integriertes GPS/INS Navigationssystem 220, einen Millimeterwellenradarsensor 230, ein beim Fahrzeug montiertes CAN-Bus-Datenlesemodul 240, ein automatisches Fahrprüfszenen-Bearbeitungsmodul zur Fragmentierung 250, ein ausgereiftes Fahrermodell 260, ein Fahrzeugdynamikmodell 270, ein Fahrzeugdynamikparameter-Ähnlichkeitsvergleichsmodul 280, ein intelligentes Leistungsprüfungsergebnisanzeigemodul des automatisierten Fahrsystems 290, ein Fahrstil-Klassifikations- und Unterscheidungsmodul 300, eine Datenbank von natürlichem Fahrverhalten von reifen Fahrern 310 und geprüftes automatisiertes Fahrsystem 320.

[0037] Die Vorwärtsprüfkamera 210 wird für die Echtzeitwahrnehmung von Hindernisinformationen vor dem geprüften Fahrzeug, Fahrzeuginformationen vor dem geprüften Fahrzeug, Ampelinformationen, Geschwindigkeitsgrenzzeicheninformationen, Straßenkrümmungsinformationen verwendet. Das integrierte Navigationssystem GPS/INS 220 dient dem Erfassen von Fahrzeugpositionsinformationen

und dynamischen Parameterinformationen in Quer- und Längsrichtung in Echtzeit. Der Millimeterwellenradarsensor 230 wird verwendet, um die relative Geschwindigkeit und den relativen Abstand des vorausfahrenden Fahrzeugs zum geprüften automatisierten Fahrzeug zu erfassen. Das beim Fahrzeug montierte CAN-Bus-Datenlesemodul 240 wird für die Auslesung der zweiten Fahrzeugdynamikparameterdaten des automatisierten Fahrsystems verwendet.

[0038] Das automatische Fahrprüfszenen-Bearbeitungsmodul zur Fragmentierung 250 wird zur fragmentierten Aufteilung der Prüfscenarien, die in dieser Prüfung von tatsächlichen Straßen erlebt werden, verwendet. Das heißt, Fahrzeiträume des geprüften Fahrzeugs werden nach verschiedenen Umweltszenariotypen basierend auf den Fahrumfeldwahrnehmungsdaten segmentiert, um mehrere Zeiträume zu erhalten, wobei verschiedene Zeiträume verschiedenen Umweltszenariotypen entsprechen. Die Fahrumfeldwahrnehmungsdaten werden nach mehreren Zeiträumen aufgeteilt, um die Teilfahrumfeldwahrnehmungsdaten zu ermitteln, die den jeweiligen Zeiträumen entsprechen.

[0039] Das ausgereifte Fahrermodell 260 wird für den Erhalt von anthropomorphen Fahrersteuerungsdaten, die den jeweiligen Zeiträumen entsprechen, basierend auf Teilfahrumfeldwahrnehmungsdaten, die den jeweiligen Zeiträumen entsprechen, verwendet.

[0040] Das Fahrzeugdynamikmodell 270 wird für den Erhalt von ersten Fahrzeugdynamikparameterdaten, die den jeweiligen Zeiträumen entsprechen, basierend auf den anthropomorphen Fahrersteuerungsdaten, die den jeweiligen Zeiträumen entsprechen, verwendet.

[0041] Das Fahrzeugdynamikparameter-Ähnlichkeitsvergleichsmodul 280 wird für den Vergleich der ersten Fahrzeugdynamikparameterdaten mit zweiten Fahrzeugdynamikparameterdaten, die demselben Zeitraum entsprechen, zum Ermitteln von Prüfergebnissen des automatisierten Fahrsystems verwendet.

[0042] Das intelligente Leistungsprüfungsergebnisanzeigemodul des automatisierten Fahrsystems 290 wird zum Anzeigen der Prüfergebnisse verwendet.

[0043] Das Fahrstil-Klassifikations- und Unterscheidungsmodul 300 wird verwendet, um eine große Menge von Fahrverhaltensdaten des reifen Fahrers zu clustern und zu analysieren und eine Fahrstilklassifikation für verschiedene Szenarien zu bilden, nämlich konservativ, gewöhnlich und radikal, während auch die Etikettierungsverarbeitung durchgeführt wird. Insbesondere wird die Hauptkomponentenana-

lyse (Principal Component Analysis, PCA) verwendet, um die Dimensionalität von hochdimensionalen Datenmerkmalen zu reduzieren. Aufgrund der unterschiedlichen Dimensionen von Merkmalsparametern und signifikanten Unterschiede in Datengrößen werden Daten mit größeren Größenordnungen die Informationen maskieren, die von Daten mit kleineren Größenordnungen reflektiert werden. Daher wird zuerst die Z-Score Standardisierungsmethode verwendet, um die Daten zu verarbeiten, so dass jeweilige Dimensionen der Daten proportional zum gleichen regionalen Bereich skaliert werden können, um dimensionale Effekte zu eliminieren, dann wird die PCA-Verarbeitung auf standardisierten Datensätzen durchgeführt. Nähert sich der kumulative Varianzbeitrag der Hauptkomponente 1 (meist als 85% angenommen), werden anstelle der ursprünglichen p Variablen die ersten m Kenngrößen für eine umfassende Analyse herangezogen, was nicht nur die Berechnungsschritte vereinfacht, sondern auch die Informationen der ursprünglichen Merkmale bewahrt. Anschließend wird der K-Mean Clustering Analysealgorithmus verwendet, um den spezifischen Fahrstil reifer Fahrer zu identifizieren. Nach Auswahl der Eingabemenge k werden beim K-Mean Clustering Analysealgorithmus nach Ähnlichkeitsprinzip n Datenobjekte in k Cluster aufgeteilt, nach dem Clustering ist die folgende Bedingung erfüllt: Die Ähnlichkeit von Datenobjekten im selben Cluster ist höher, während die Ähnlichkeit von Datenobjekten in verschiedenen Clustern geringer ist.

[0044] Die Datenbank von natürlichem Fahrverhalten von reifen Fahrern 310 speichert eine große Menge an Daten zum natürlichem Fahrverhalten des reifen Fahrers. Konkret ist das Alter des Fahrers zwischen 20 und 50 Jahren und die Datensammlungsfrequenz beträgt 10Hz. Es gibt 170 männliche Fahrer und 30 weibliche Fahrer. Um der Vielfalt der Straßenverhältnisse gerecht zu werden, betreffen die gewählten Routen Autobahnen, städtische Schnellstraßen, Staatsstraßen und ländliche Straßen, einschließlich Kurven, geraden Straßen und Rampen. Darüber hinaus enthalten die Daten auch die Auswertungsergebnisse von drei professionellen Fahrerbewertern zum Gesamtfahrstil jedes Fahrers. Fahrerbewerter sind Berufsfahrer mit mehr als 20-jähriger Fahrerfahrung. Während des Bewertungsprozesses fährt jeder Fahrer das Fahrzeug auf einer bestimmten Strecke nach seinen üblichen Fahrgewohnheiten. Drei professionelle Fahrerbewerter sitzen gleichzeitig auf dem Fahrzeug und bewerten den Fahrstil, indem sie die Bedienung des Fahrers (z.B. Verwendung von Gaspedal- und Bremspedal) und die subjektiven Gefühle des Fahrers (Fahreremotionen, Fahrkomfort) genau beobachten. Die Bewertungsergebnisse sind in drei Kategorien unterteilt: konservativ, normal und radikal. Der Fahrerbewerter wertet das Klassifizierungsetikett des Fahrstils des Fahrers aus.

[0045] Derzeit gibt es keinen einheitlichen Standard für die Merkmalsparameter, die Fahrstilattribute charakterisieren. Viele Wissenschaftler im In- und Ausland haben Geschwindigkeit, Beschleunigung, Gaspedalposition und Gaspedaldruck als repräsentative Kenngrößen ausgewählt, um die Fahrstile zu bewerten, mit guten Ergebnissen. In diesem Patent sind die Geschwindigkeit, Längsbeschleunigung, Querbewegungsbeschleunigung und Lenkradwinkel von 200 reifen Fahrern auf der Grundlage vorheriger Studien ausgewählt. In dieser Anmeldung sind die Originaldaten mit einer Frequenz von 10Hz verwendet, um drei Arten von Statistiken, dh. den Durchschnittswert (Mean), die Standardabweichung (Std) und das Maximum (Max) der vier Fahrzeugparameter pro Sekunde zu berechnen, damit insgesamt 12-dimensionale Kenngrößen gebildet werden und Datenproben für die anschließende Fahrstil-Klassifikations- und Unterscheidungsmodule zur Verfügung gestellt werden.

[0046] Fig. 3 ist ein Strukturdiagramm einer elektronischen Vorrichtung, die durch ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung bereitgestellt wird. Wie in Fig. 3 gezeigt, umfasst die elektronische Vorrichtung 400 einen oder mehrere Prozessoren 401 und einen Speicher 402.

[0047] Der Prozessor 401 kann eine zentrale Verarbeitungseinheit (CPU) oder eine andere Form von Verarbeitungseinheit mit Datenverarbeitungs- und/oder Befehlsausführungsfunktionen sein und kann andere Komponenten in elektronischer Vorrichtung 400 steuern, um gewünschte Funktionen auszuführen.

[0048] Der Speicher 402 kann ein oder mehrere Computerprogrammprodukte umfassen, die verschiedene Formen computerlesbarer Speichermedien umfassen können, wie flüchtiger Speicher und/oder nicht flüchtiger Speicher. Der flüchtige Speicher kann z.B. Random-Access-Speicher (RAM) und/oder Cache-Speicher (cache) umfassen. Der nicht flüchtige Speicher kann beispielsweise schreibgeschützten Speicher (ROM), Festplatte, Flash-Speicher usw. umfassen. Eine oder mehrere Computerprogrammanweisungen können auf dem computerlesbaren Speichermedium gespeichert werden, und der Prozessor 401 kann die Programmanweisungen ausführen, um das oben beschriebene Prüfverfahren von tatsächlichen Straßen für automatisiertes Fahrsystem nach einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung und/oder andere erwartete Funktionen zu realisieren. Auch verschiedene Inhalte wie erste externe Parameter, Schwellenwerte usw. können auch auf dem computerlesbaren Speichermedium gespeichert werden.

[0049] In einem Beispiel kann die elektronische Vorrichtung 400 auch ein Eingabegerät 403 und ein Aus-

gabegerät 404 umfassen, die durch ein Bussystem und/oder andere Formen von Verbindungsmechanismen (nicht dargestellt) miteinander verbunden sind. Das Eingabegerät 403 kann beispielsweise eine Tastatur, Maus und dergleichen umfassen. Das Ausgabegerät 404 kann verschiedene Informationen nach außen ausgeben, einschließlich Warnhinweise, Bremskraft usw. Das Ausgabegerät 404 kann beispielsweise ein Display, Lautsprecher, Drucker, Kommunikationsnetze und mit ihnen verbundene Remote-Ausgabegeräte umfassen.

[0050] Natürlich werden aus Gründen der Einfachheit nur einige der mit der vorliegenden Erfindung in der elektronischen Vorrichtung 400 zusammenhängenden Komponenten in Fig. 3 gezeigt, und Komponenten wie Busse, Eingangs-/Ausgangsschnittstellen usw. werden weggelassen. Darüber hinaus kann die elektronische Vorrichtung 400 je nach Anwendung auch andere geeignete Komponenten umfassen.

[0051] Neben dem obigen Verfahren und der Vorrichtung kann das Ausführungsbeispiel der Erfindung auch ein Computerprogrammprodukt sein, das Computerprogrammanweisungen enthält, die es dem Prozessor ermöglichen, die Schritte des Prüfverfahrens von tatsächlichen Straßen für automatisiertes Fahrsystem auszuführen, das durch ein beliebiges Ausführungsbeispiel der Erfindung bereitgestellt wird, wenn die Computerprogrammanweisungen durch den Prozessor ausgeführt werden.

[0052] Das Computerprogrammprodukt kann in einer beliebigen Kombination von einer oder mehreren Programmiersprachen geschrieben werden, um die Programmcodes, die durch Operationen der Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung auszuführen, wobei die Programmiersprachen objektorientierte Programmiersprachen wie Java, C++ und konventionelle prozedurale Programmiersprachen wie „C“ oder ähnliche Programmiersprachen umfassen. Programmcodes können vollständig auf Benutzercomputergeräten ausgeführt werden, teilweise auf Benutzergeräten ausgeführt, als eigenständiges Softwarepaket ausgeführt, teilweise auf Benutzercomputergeräten ausgeführt, teilweise auf Remote-Computergeräten ausgeführt oder vollständig auf Remote-Computergeräten oder Servern ausgeführt werden.

[0053] Darüber hinaus kann das Ausführungsbeispiel der Erfindung auch ein computerlesbares Speichermedium sein, auf dem Computerprogrammanweisungen gespeichert sind. Wenn die Computerprogrammanweisungen vom Prozessor ausgeführt werden, kann der Prozessor die Schritte des Prüfverfahrens von tatsächlichen Straßen für automatisiertes Fahrsystem ausführen, das durch

ein beliebiges Ausführungsbeispiel der Erfindung bereitgestellt wird.

[0054] Das computerlesbare Speichermedium kann jede Kombination von einem oder mehreren lesbaren Medien annehmen. Das lesbare Medium kann ein lesbares Signalmedium oder ein lesbares Speichermedium sein. Ein lesbares Speichermedium kann Systeme, Geräte oder Vorrichtungen für Elektrizität, Magnetismus, Licht, Elektromagnetismus, Infrarot oder Halbleiter oder eine Kombination der oben genannten umfassen, aber nicht darauf beschränkt. Spezifischere Beispiele für lesbare Speichermedien (nicht erschöpfende Liste) umfassen: elektrische Verbindung mit einem oder mehreren Leitungen, tragbaren Träger, Festplatte, Speicher mit Zufallszugriff (RAM), schreibgeschützten Speicher (ROM), löschbaren programmierbaren schreibgeschützten Speicher (EPROM oder Flash-Speicher), Glasfaser, tragbaren Compact Disk schreibgeschützten Speicher (CD-ROM), optische Speichervorrichtung, magnetische Speichervorrichtung oder eine geeignete Kombination der oben genannten.

[0055] Es ist zu beachten, dass die in der vorliegenden Erfindung verwendeten Begriffe nur dazu bestimmt sind, spezifische Ausführungsbeispiele zu beschreiben und nicht den Umfang der vorliegenden Anmeldung zu begrenzen. Wie in der Beschreibung und den Ansprüchen der vorliegenden Erfindung gezeigt, beziehen sich die Wörter „ein“, „eine“, „eins“ und/oder „die/das/der“ nicht speziell auf den Singular, sondern können auch den Plural umfassen, sofern im Zusammenhang keine Ausnahmen eindeutig angegeben sind. Die Begriffe „umfassen“, „enthalten“ oder jede andere Variation davon sollen die nicht ausschließliche Einbeziehung umfassen, so dass ein Prozess, Verfahren oder Gerät, die eine Reihe von Elementen umfassen, nicht nur diese Elemente umfassen, sondern auch andere Elemente, die nicht ausdrücklich aufgeführt sind, umfassen, oder auch Elemente umfassen, die einem solchen Prozess, Verfahren oder Gerät inhärent sind. Ohne weitere Einschränkungen schließen die durch den Satz „ein...umfasst“ begrenzten Elemente nicht das Vorhandensein anderer identischer Elemente in dem Prozess, dem Verfahren oder der Vorrichtung aus, die die genannten Elemente umfassen.

[0056] Es ist auch darauf hinzuweisen, dass die durch Begriffe „Mitte“, „oben“, „unten“, „links“, „rechts“, „vertikal“, „horizontal“, „innen“, „außen“ angegebenen Orientierungs- oder Positionsbeziehungen den auf Figuren basierenden Orientierungs- oder Positionsbeziehungen basieren, nur um die vorliegende Erfindung zu beschreiben und die Beschreibung zu vereinfachen, anstatt anzugeben oder zu implizieren, dass die Vorrichtung oder das Element, auf das verwiesen wird, eine bestimmte Ausrichtung aufweisen, in einer bestimmten Ausrichtung kon-

struiert und betrieben werden muss. Daher können sie nicht als Einschränkung der vorliegenden Erfindung verstanden werden. Sofern nicht anders angegeben und beschränkt, sollten die Begriffe „Installation“, „miteinander Verbindung“, „Verbindung“ usw. im weiten Sinne verstanden werden, z.B. feste Verbindungen, abnehmbare Verbindungen oder integrierte Verbindungen; Es kann eine mechanische Verbindung oder eine elektrische Verbindung sein; Es kann direkt oder indirekt durch ein Zwischenmedium verbunden werden, oder es kann die interne Verbindung zwischen zwei Komponenten sein. Für den Fachmann auf dem einschlägigen technischen Gebiet können die spezifischen Bedeutungen der obigen Begriffe in der vorliegenden Erfindung unter bestimmten Umständen verstanden werden.

[0057] Schließlich ist anzumerken, dass die obigen Ausführungsbeispiele nur zur Veranschaulichung der technischen Lösung der vorliegenden Erfindung und nicht zur Begrenzung verwendet werden. Obwohl die vorliegende Erfindung unter Bezugnahme auf die oben genannten Ausführungsbeispiele ausführlich beschrieben wurde, sollte der Fachmann auf dem einschlägigen technischen Gebiet verstehen, dass er die in den oben genannten Ausführungsbeispielen aufgezeichneten technischen Lösungen oder die einigen technischen Merkmale oder alle technischen Merkmale gleichwertig modifizieren kann. Und diese Modifikationen oder Ersetzungen trennen nicht das Wesen der entsprechenden technischen Lösungen von den technischen Lösungen der verschiedenen Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- CN 202011312152 [0003]
- CN 201410055985 [0003]
- CN 202210432328 [0003]

Patentansprüche

1. Prüfverfahren von tatsächlichen Straßen für automatisiertes Fahrsystem, **dadurch gekennzeichnet**, dass das automatisierte Fahrsystem in das geprüfte Fahrzeug integriert ist, und das Verfahren umfasst:

Erfassen von Fahrumfeldwahrnehmungsdaten in Echtzeit, während das geprüfte Fahrzeug im autonomen Fahrmodus auf realen sozialen Straßen fährt;

Segmentieren von Fahrzeiträumen des geprüften Fahrzeugs nach verschiedenen Umweltszenariotypen basierend auf den Fahrumfeldwahrnehmungsdaten, um mehrere Zeiträume zu erhalten, wobei verschiedene Zeiträume verschiedenen Umweltszenariotypen entsprechen;

Aufteilen von Fahrumfeldwahrnehmungsdaten nach mehreren Zeiträumen zur Ermittlung von Teilfahrumfeldwahrnehmungsdaten, die den jeweiligen Zeiträumen entsprechen;

Eingeben von Teilfahrumfeldwahrnehmungsdaten, die den jeweiligen Zeiträumen entsprechen, jeweils in Fahrermodell zum Erhalt von anthropomorphen Fahrersteuerungsdaten, die den jeweiligen Zeiträumen entsprechen;

Eingeben von anthropomorphen Fahrersteuerungsdaten, die den jeweiligen Zeiträumen entsprechen, jeweils in Fahrzeugdynamikmodell zum Erhalt von ersten Fahrzeugdynamikparameterdaten, die den jeweiligen Zeiträumen entsprechen; und

Vergleichen der ersten Fahrzeugdynamikparameterdaten mit zweiten Fahrzeugdynamikparameterdaten, die demselben Zeitraum entsprechen, zum Ermitteln von Prüfergebnissen des automatisierten Fahrsystems, wobei die zweiten Fahrzeugdynamikparameterdaten durch Auslesen der von CAN-Bus im geprüften Fahrzeug übermittelten Daten erhalten werden;

wobei das Fahrermodell die anthropomorphe Fahrersteuerungsdaten für verschiedene Fahrstile basierend auf Fahrumfeldwahrnehmungsdaten erhalten kann;

wobei die anthropomorphen Fahrersteuerungsdaten, die den jeweiligen Zeiträumen entsprechen, umfassen: anthropomorphe Fahrersteuerungsdaten für verschiedene Fahrstile, die den jeweiligen Zeiträumen entsprechen, wobei die verschiedenen Fahrstile einen konservativen Fahrstil, einen gewöhnlichen Fahrstil und einen radikalen Fahrstil umfassen;

wobei das Eingeben von anthropomorphen Fahrersteuerungsdaten, die den jeweiligen Zeiträumen entsprechen, jeweils in Fahrzeugdynamikmodell zum Erhalt von ersten Fahrzeugdynamikparameterdaten, die den jeweiligen Zeiträumen entsprechen, umfasst:

Eingeben von anthropomorphen Fahrersteuerungsdaten für verschiedene Fahrstile, die den jeweiligen Zeiträumen entsprechen, jeweils in das Fahrzeugdynamikmodell zum Erhalt von Teilfahrzeugdynamikparameterdaten für verschiedene Fahrstile, die den jeweiligen Zeiträumen entsprechen, wobei die Teilfahrzeugdynamikparameterdaten bilden;

wobei vor Vergleichen der ersten Fahrzeugdynamikparameterdaten mit zweiten Fahrzeugdynamikparameterdaten, die demselben Zeitraum entsprechen, zum Ermitteln von Prüfergebnissen des automatisierten Fahrsystems, das Verfahren ferner umfasst: Berechnen von Ähnlichkeit zwischen Teilfahrzeugdynamikparameterdaten für verschiedene Fahrstile, die einem Zeitraum entsprechen, und den zweiten Fahrzeugdynamikparameterdaten, die denselben Zeitraum entsprechen, und Ermitteln der Teilfahrzeugdynamikparameterdaten mit größter Ähnlichkeit als der ersten Fahrzeugdynamikparameterdaten, den der Zeitraum entspricht.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Fahrumfeldwahrnehmungsdaten durch eine Kamera, ein integriertes GPS/INS-Navigationssystem und einen Millimeterwellenradarsensor im geprüften Fahrzeug gesammelt werden, wobei die Kamera auf einer Innenseite einer vorderen Windschutzscheibe des geprüften Fahrzeugs installiert ist; wobei die Fahrumfeldwahrnehmungsdaten mindestens eine der folgenden Faktoren umfassen: Hinderisinformationen vor dem geprüften Fahrzeug, Fahrzeuginformationen vor dem geprüften Fahrzeug, Ampelinformationen, Geschwindigkeitsgrenzzeicheninformationen, Straßenkrümmungsinformationen, Positionsinformationen des geprüften Fahrzeugs, dynamische Parameterinformationen in Quer- und Längsrichtung, relative Geschwindigkeit des vorausfahrenden Fahrzeugs zum geprüften Fahrzeug und relativer Abstand des vorausfahrenden Fahrzeugs zum geprüften Fahrzeug; wobei die anthropomorphen Fahrersteuerungsdaten mindestens eine der folgenden Faktoren umfassen: Gaspedalöffnungen, Bremspedalöffnungen und Lenkradwinkel;

wobei die Umweltszenariotypen Rechtsabbiegen soziales Fahrzeugs, Linksabbiegen soziales Fahrzeugs, Verfolgungsfahrt soziales Fahrzeugs, Einfahrt eines Fahrzeugs vor dem sozialen Fahrzeug, Ausfahrt eines Fahrzeugs vor dem sozialen Fahrzeug oder Spurwechsel soziales Fahrzeugs umfassen.

3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass Vergleichen der ersten Fahrzeugdynamikparameterdaten mit zweiten Fahrzeugdynamikparameterdaten, die demselben Zeitraum entsprechen, zum Ermitteln von Prüfergebnissen des automatisierten Fahrsystems umfasst: Vergleichen der ersten Fahrzeugdynamikparameterdaten mit zweiten Fahrzeugdynamikparameterdaten

einer nach dem anderen, die demselben Zeitraum entsprechen, und Ermitteln der Ähnlichkeit jedes Indikators basierend auf Wurzel-Mittelwert-Quadrat-Abweichung;

Gewichten und Summieren der Ähnlichkeit verschiedener Indikatoren zum Erlangen der Prüfergebnisse; wobei die ersten Fahrzeugdynamikparameterdaten und die zweiten Fahrzeugdynamikparameterdaten jeweils mindestens einen der folgenden Indikatoren umfassen: Längsbeschleunigung, Längsrückartigkeit, Querb beschleunigung, Querrückartigkeit, Gierwinkel und Gierwinkelbeschleunigung.

4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass es ferner umfasst:

Erfassen von Fahrermodelltrainingsdatensätzen von P-Gruppe; wobei jede Gruppe von Fahrermodelltrainingsdatensätzen Fahrumfeldwahrnehmungstrainingsdaten, Fahrersteuerungstrainingsdaten und Fahrstilbewertungsinformationen umfasst, wobei die Fahrstilbewertungsinformationen in mindestens einem Teil der Fahrermodelltrainingsdatensätze unterschiedlich sind; und

Trainieren eines generalisierten Regressionsnetzwerks (Generalized regression neural network, GRNN) basierend auf den Fahrermodelltrainingsdatensätzen von P-Gruppe zum Erhalten des Fahrermodells.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass vor Trainieren des generalisierten Regressionsnetzwerks (Generalized regression neural network, GRNN) basierend auf den Fahrermodelltrainingsdatensätzen von P-Gruppe nach

Erfassen von Fahrermodelltrainingsdatensätzen von P-Gruppe, es ferner umfasst:
Ermitteln von Werten der N Merkmalsparameter, die jeder Gruppe von Fahrermodelltrainingsdaten entsprechen, basierend auf Fahrumfeldwahrnehmungstrainingsdaten und/oder Fahrersteuerungstrainingsdaten in jeder Gruppe von Fahrermodelltrainingsdaten;

Konstruieren eines N-dimensionalen Raums, wobei die Werte der N Merkmalsparameter als Koordinatenwerte genommen werden, Ermitteln von entsprechenden Punkten jeder Gruppe von Fahrermodelltrainingsdaten im N-dimensionalen Raum; Clustering von P entsprechenden Punkten im N-dimensionalen Raum unter Verwendung eines K-Mittel-Clustering-Analysealgorithmus zum Erhalten von M Clusterergebnissen;

Ermitteln von Repräsentationspunkten für jeweilige Clusterergebnisse, wobei die Repräsentationspunkte die entsprechenden Punkte in ihren zugehörigen Clusterergebnissen darstellen, wobei ein Abstand zwischen jedem Repräsentationspunkt und einem Clustering-Zentrum seines zugehörigen Clusterergebnisses größer als ein erster festgelegter Schwellenwert ist, und wobei der Abstand zwischen jedem Repräsentationspunkt und dem Clus-

terzentrum anderes Clusterergebnisses größer als ein zweiter festgelegter Schwellenwert ist; und Überarbeiten der Fahrstilbewertungsinformationen in jeder Gruppe von Fahrermodelltrainingsdaten, so dass die überarbeiteten Fahrstilbewertungsinformationen in jeder Gruppe von Fahrermodelltrainingsdaten mit den Fahrstilbewertungsinformationen der Repräsentationspunkte in denselben zugehörigen Clusterergebnissen übereinstimmen.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass vor Ermitteln von Werten der N Merkmalsparameter, die jeder Gruppe von Fahrermodelltrainingsdaten entsprechen, basierend auf Fahrumfeldwahrnehmungstrainingsdaten und/oder Fahrersteuerungstrainingsdaten in jeder Gruppe von Fahrermodelltrainingsdaten, es ferner umfasst:
Durchführen einer Hauptkomponentenanalyse unter Kandidatenparametern zum Ermitteln von N Merkmalsparametern; wobei die Kandidatenparameter umfassen: durchschnittliche Fahrzeuggeschwindigkeit, Standardabweichung der Fahrzeuggeschwindigkeit, maximale Fahrzeuggeschwindigkeit, durchschnittliche Längsbeschleunigung, Standardabweichung der Längsbeschleunigung, maximale Längsbeschleunigung, durchschnittliche Querb beschleunigung, Standardabweichung der Querb beschleunigung, maximale Querb beschleunigung, durchschnittliche Lenkradwinkel, Standardabweichung des Lenkradwinkels und maximaler Lenkradwinkel.

7. Elektronische Vorrichtung, **dadurch gekennzeichnet**, dass die elektronische Vorrichtung umfasst:

einen Prozessor und einen Speicher; wobei der Prozessor verwendet wird, um die Schritte des Prüfverfahrens von tatsächlichen Straßen für automatisiertes Fahrsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6 auszuführen, indem ein im Speicher gespeichertes Programm oder Anweisung aufgerufen wird.

8. Computerlesbares Speichermedium, **dadurch gekennzeichnet**, dass das computerlesbare Speichermedium ein Programm oder eine Anweisung speichert, die dem Computer ermöglicht, die Schritte des Prüfverfahrens von tatsächlichen Straßen für automatisiertes Fahrsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6 auszuführen.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

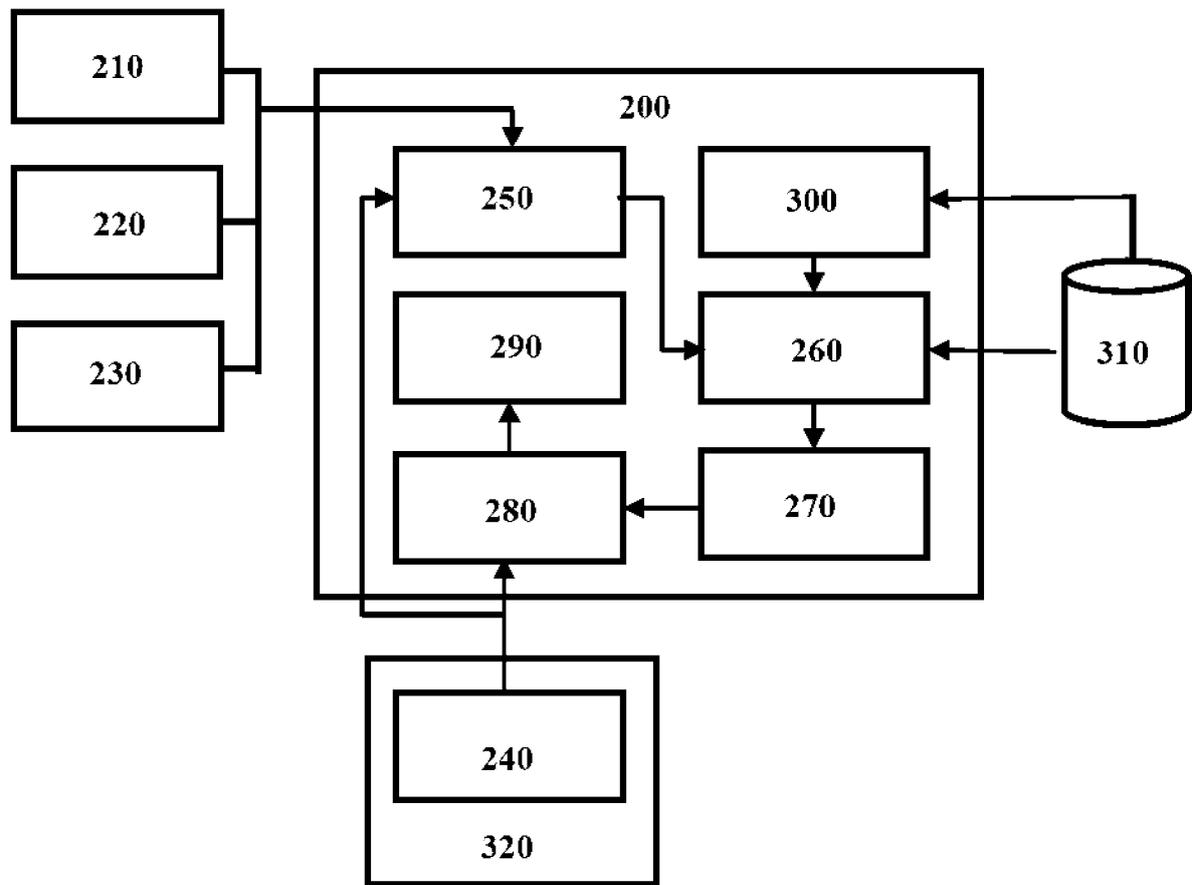


Fig. 1

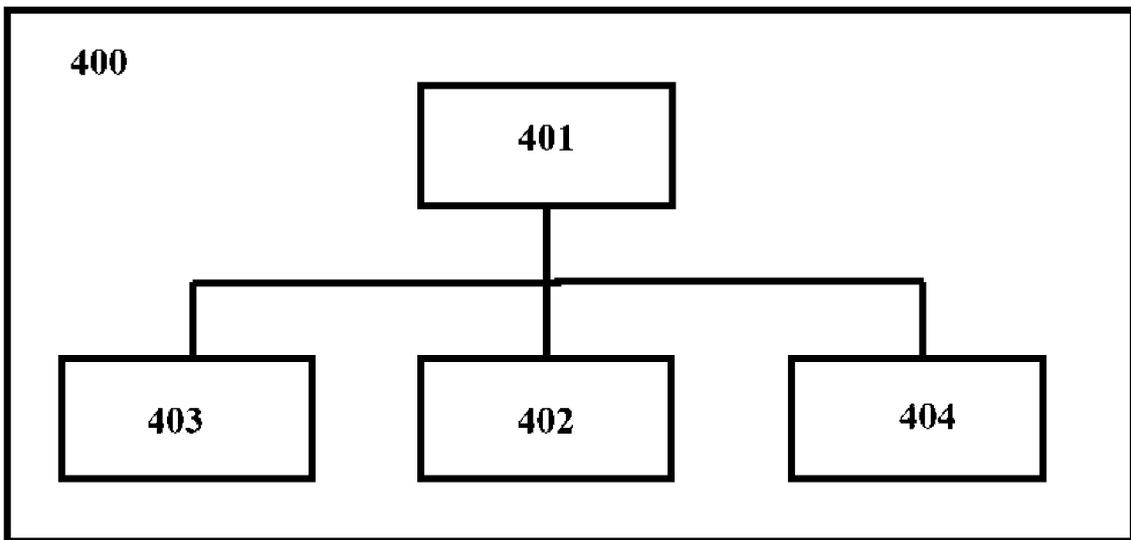


Fig. 2