

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50818/2018
(22) Anmeldetag: 24.09.2018
(43) Veröffentlicht am: 15.04.2020

(51) Int. Cl.: **G06K 9/00** (2006.01)

(56) **Entgegenhaltungen:**

Derick A Johnson, Mohan M Trivedi, 'Driving style recognition using a Smartphone as a sensor platform', Intelligent Transportation Systems (ITSC), 2011 14th International IEEE Conference, 2011-10-05, p. 1609 - 1615, XP032023473, ISBN 978-1-4577-2198-4, doi:10.1109/ITSC.2011.6083078
Tan Senyuan et al., 'Riding Quality Evaluation through mobile crowd sensing', 2016 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications (PerCom), 2016-03-14, p. 1 - 6, XP032893595, doi:10.1109/PERCOM.2016.7456517
Camalica Zehra et al., 'Feature abstraction for Driver behaviour detection with stacked sparse auto-decoders', 2016 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC), 2016-10-09, p. 3299 - 3304, XP033060647, doi:10.1109/SMC.2016.7844743
Bose Beepa et al., 'D&RSense: Detection of Driving Patterns and Road Anomalies', 2018 3rd International Conference On Internet of Things: Smart Innovation and Usages (IoT-SIU), 2018-02-23, p. 1 - 7, XP033439266, doi:10.1109/IOT-SIU.2018.8519861
Taherizadeh Salman et al., 'Real-Time Data-Intensive Telematics Functionalities at the Extreme Edge of the Network: Experience with the PrEstoCloud Project', 2017 IEEE 41st Annual Computer Software and Applications Conference (COMPSAC), 23-07-2018, p. 522 - 527, XP033409754, ISBN 978-1-5386-2667-2, doi:10.1109/COMPSAC.2018.10288
KR 20140097669 A
CN 107358678 A

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

(72) Erfinder:
Tkachenko Pavlo Dr.
4040 Linz (AT)
Zhou Jinwei Dipl.Ing.
4040 Linz (AT)
Del Re Luigi Dr.
4040 Linz (AT)

(74) Vertreter:
Kopetz Heinrich Dipl.Ing.
8020 Graz (AT)

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Analyse eines Sensordatenstroms sowie Verfahren zum Führen eines Fahrzeugs**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren (100) und eine Vorrichtung (1) zur Analyse eines Sensordatenstroms (D), der ein Fahrzeugumfeld charakterisiert, in Bezug auf ein Vorliegen von Verkehrsszenarien, sowie ein Verfahren zum Führen eines Fahrzeugs. Es wird ein Ähnlichkeitsmaß, welches den Grad an Übereinstimmung zwischen einem Abschnitt (B) des Sensordatenstroms (D) und wenigstens einer in einer Datenbank (4) gespeicherten Schablone (S) angibt, durch Abbilden des Abschnitts (B) des Sensordatenstroms (D) auf die wenigstens eine Schablone (S), vorzugsweise mittels dynamischer Zeitnormierung ermittelt (S5). Dabei charakterisiert die Schablone (S) ein bekanntes Verkehrsszenario. Das bekannte Verkehrsszenario wird dem Abschnitt des Sensordatenstroms (D) zugeordnet (S7), wenn das Ähnlichkeitsmaß ein vorgegebenes Ähnlichkeitskriterium erfüllt. Der Sensordatenstrom (D) charakterisiert dabei

wenigstens einen Abstand von zwei Verkehrsteilnehmern des Verkehrsszenarios zueinander.

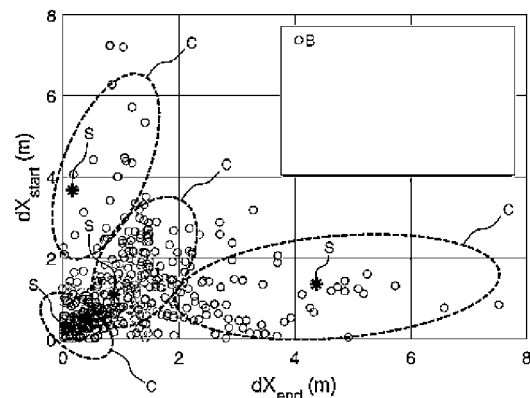


Fig. 3

Zusammenfassung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Analyse eines Sensordatenstroms, der ein Fahrzeugumfeld charakterisiert, in Bezug auf ein Vorliegen von Verkehrsszenarien, sowie ein Verfahren zum Führen eines Fahrzeugs. Es wird ein Ähnlichkeitsmaß, welches den Grad an Übereinstimmung zwischen einem Abschnitt des Sensordatenstroms und wenigstens einer in einer Datenbank gespeicherten Schablone angibt, durch Abbilden des Abschnitts des Sensordatenstroms auf die wenigstens eine Schablone, vorzugsweise mittels dynamischer Zeitnormierung ermittelt. Dabei charakterisiert die Schablone ein bekanntes Verkehrsszenario. Das bekannte Verkehrsszenario wird dem Abschnitt des Sensordatenstroms zugeordnet, wenn das Ähnlichkeitsmaß ein vorgegebenes Ähnlichkeitskriterium erfüllt.

(Fig. 3)

VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR ANALYSE EINES SENSORDATENSTROMS SOWIE VERFAHREN ZUM FÜHREN EINES FAHRZEUGS

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Analyse eines Sensordatenstroms, der ein Fahrzeugumfeld charakterisiert, in Bezug auf ein Vorliegen von Verkehrsszenarien, sowie ein Verfahren zum Führen eines Fahrzeugs.

Moderne Fahrzeuge sind zunehmend mit Fahrerassistenzsystemen (engl. Advanced Driver Assistance Systems, ADAS) ausgestattet, welche den Fahrer in bestimmten Fahrsituationen unterstützen. Die Unterstützung reicht von reinem Anzeigen möglicherweise relevanter Information (z.B. Ausgeben einer Warnung durch einen Spurwechselassistenten) über teilautonome Eingriffe (z.B. Regulierung des auf die Radachsen aufgetragenen Moments durch ein Antiblockiersystem) bis hin zu voll- oder zumindest teilautonomen Eingriffen in die Steuerung des Fahrzeugs (z.B. adaptive Geschwindigkeitsregelung durch einen Abstandsregeltempomat, engl. Adaptive Cruise Control, ACC).

Die Grundlage für solche Fahrerassistenzsysteme bilden in der Regel Sensordaten, etwa bereitgestellte Signale von Ultraschallsensoren, Radarsensoren oder Kameras, anhand denen die gegenwärtige Fahrsituation bestimmt und in Reaktion darauf die Funktion des jeweiligen Fahrerassistenzsystems ausgeführt werden kann. Insbesondere bei Fahrerassistenzsystemen, die (autonom) in die Steuerung des Fahrzeugs eingreifen, muss anhand der Sensordaten die gegenwärtige Fahrsituation höchst zuverlässig identifiziert werden können.

Im Allgemeinen werden dabei bestimmte, einer Fahrsituation zugeordnete Regeln bzw. Kriterien aufgestellt, bei deren Erfüllung auf ein Vorliegen einer bekannten Fahrsituation geschlossen werden kann. Das Erfüllen der Regel bzw. Kriterien wirkt dabei z.B. als Auslöser für eine Aktion des Fahrerassistenzsystems. Beispielsweise kann ein Verkehrsszenario, in dem ein benachbartes Fahrzeug vor dem Ego-Fahrzeug genannt, mit dem Fahrerassistenzsystem ausgestatteten Fahrzeug in die gleiche Fahrspur einschert, dadurch erkannt werden, dass ein sensorisch erfasster transversaler Abstand senkrecht zur Fahrtrichtung zum benachbarten Fahrzeug abnimmt und schließlich, zumindest im Wesentlichen, den Wert 0 annimmt, wenn das benachbarte Fahrzeug sich unmittelbar vor dem Ego-Fahrzeug befindet.

Um solche Fahrerassistenzsysteme, insbesondere deren Reaktion in bereits bekannten Verkehrsszenarien, zu testen, kann das zu testende Fahrerassistenzsystem Sensordaten gefüttert werden, welche das bereits bekannte Verkehrsszenario charakterisieren. Um die Fahrerassistenzsystem zuverlässig zu testen, werden in der Regel eine Vielzahl von Sensordaten, die gegebenenfalls auch leichte Variationen des Verkehrsszenarios charakterisieren, benötigt.

Aus WO 2017/210222 A1 ist dazu das automatische Erzeugen von Simulationsszenarien zum Validieren eines Fahrerassistenzsystems bekannt. Eine Vielzahl solcher Simulationsszenarien kann dabei insbesondere durch Variation von aufgenommenen Szenarien erzeugt werden, wobei die Variationen auf einem Datenstrom basieren, der durch die Isolation von Unterschieden zwischen ähnlichen aufgenommenen Szenarien erzeugt wird.

Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die Analyse eines Sensordatenstroms bezüglich des Vorliegens von Verkehrsszenarien weiter zu verbessern, insbesondere vorliegende Verkehrsszenarien durch Analyse des Sensordatenstroms zuverlässiger und/oder auf einfache Weise zu erkennen.

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Analyse eines Sensordatenstroms, der ein Fahrzeugumfeld charakterisiert, in Bezug auf ein Vorliegen von Verkehrsszenarien sowie durch ein Verfahren zum Betreiben eines Fahrerassistenzsystem gemäß den unabhängigen Ansprüchen.

Ein erster Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zur Analyse eines Sensordatenstroms, der ein Fahrzeugumfeld charakterisiert, in Bezug auf ein Vorliegen von Verkehrsszenarien, aufweisend die folgenden Arbeitsschritte: (i) Ermitteln eines Ähnlichkeitsmaßes, welches den Grad an Übereinstimmung zwischen einem Abschnitt des Sensordatenstroms und wenigstens einer in einer Datenbank gespeicherten Schablone angibt, durch Abbilden des Abschnitts des Sensordatenstroms auf die wenigstens eine Schablone, vorzugsweise mittels dynamischer Zeitnormierung, wobei die Schablone ein bekanntes Verkehrsszenario charakterisiert; und (ii) Zuordnen des bekannten Verkehrsszenarios zu dem Abschnitt des Sensordatenstroms, wenn das Ähnlichkeitsmaß ein vorgegebenes Ähnlichkeitskriterium erfüllt.

Insbesondere wird das Verfahren computergestützt durchgeführt.

Ein Sensordatenstrom im Sinne der Erfindung ist insbesondere eine zeitliche Abfolge von Sensordaten, insbesondere von entsprechenden Signalen, die ein Fahrzeugumfeld zu jeweils einem Zeitpunkt charakterisieren. Mit anderen Worten kann ein Sensordatenstrom insbesondere kontinuierlich Information bezüglich des Fahrzeugumfelds liefern. Ein Sensordatenstrom kann beispielsweise von einer Sensoreinrichtung, die vorzugsweise einen oder mehrere, gegebenenfalls verschiedene, Sensoren zur Erfassung des Fahrzeugumfelds aufweist, bereitgestellt bzw. erzeugt werden. Alternativ kann ein Sensordatenstrom aber auch künstlich, etwa durch eine Simulation, erzeugt werden. Vorzugsweise wird der Sensordatenstrom aus vorverarbeiteten, insbesondere aufbereiteten, z.B. fusionierten, Sensordaten gebildet und enthält beispielsweise Information bezüglich der relativen Abstände zwischen Verkehrsteilnehmern oder anderen Objekten, insbesondere unter Berücksichtigung von Straßenkrümmungen.

Ein Abschnitt eines Sensordatenstroms im Sinne der Erfindung ist insbesondere ein zeitlicher Abschnitt des Sensordatenstroms. Ein Abschnitt eines Sensordatenstroms kann beispielsweise ein Ausschnitt aus dem Sensordatenstrom sein. Mit anderen Worten kann ein Abschnitt eines Sensordatenstroms Sensordaten enthalten, die in einem, gegebenenfalls vorgegebenen, Zeitfenster bereitgestellt wurden oder werden. Ein Abschnitt kann insbesondere eine Wertefolge, insbesondere eine Zeitfolge von Werten, enthalten.

Eine Schablone im Sinne der Erfindung ist insbesondere eine Wertefolge und kann insbesondere eine Zeitfolge von Werten enthalten. Eine Schablone kann insbesondere ein Fahrmanöver wenigstens eines Fahrzeugs abbilden. Vorzugsweise ist eine Schablone ein, insbesondere generischer, Abschnitt eines Sensordatenstroms, der charakteristisch für ein bestimmtes, insbesondere bekanntes, Verkehrsszenario ist.

Ein Zuordnen eines Abschnitts eines Sensordatenstroms zu einem bekannten Verkehrsszenario im Sinne der Erfindung ist insbesondere ein Klassifizieren (engl. label), insbesondere des Abschnitts, des Sensordatenstroms. Vorzugsweise wird der Abschnitt des Sensordatenstroms beim Zuordnen entsprechend gekennzeichnet, beispielsweise durch Setzen eines Markers oder eines Werts, die jeweils charakteristisch für das bekannte Verkehrsszenario sind.

Ein Abbilden eines Abschnitts eines Sensordatenstroms auf eine Schablone im Sinne der Erfindung ist insbesondere ein Anpassen, insbesondere in Transformieren, des Abschnitts und/oder der Schablone in der Weise, dass der Abschnitt, insbesondere ein zeitlicher Verlauf des Abschnitts, mit der Schablone, insbesondere mit einem zeitlichen Verlauf der Schablone, zumindest im Wesentlichen, insbesondere so gut wie möglich, übereinstimmt. Beispielsweise kann der Abschnitt und/oder die Schablone beim Abbilden gestaucht und/oder gestreckt werden, so dass z.B. eine Form der Zeitfolge von im Abschnitt enthaltenen Werten mit einer Form der Zeitfolge von in der Schablone enthaltenen Werten zumindest im Wesentlichen übereinstimmt.

Eine dynamische Zeitnormierung (engl. dynamic time warping, DTW) im Sinne der Erfindung ist insbesondere ein Verfahren, insbesondere ein Algorithmus, um Wertefolgen, z.B. Zeitfolgen wie einen Abschnitt eines Sensordatenstroms, mit gegebenenfalls unterschiedlicher Länge aufeinander abzubilden. Dabei wird vorzugsweise eine Matrix erzeugt, die als Matrixelemente eine Distanz, beispielsweise euklidische Distanz, eine Manhattan-Distanz oder eine Mahalanobis-Distanz, zwischen einzelnen Elementen der Wertefolgen enthält. Auf Basis einer Kostenfunktion, in welche diese Distanzen eingehen, können dann die minimalen Kosten für die verschiedenen, durch die Distanzen abgebildeten Zuordnungen der einzelnen Elemente der Wertefolgen ermittelt werden, um die präziseste Abbildung der Wertefolgen aufeinander zu finden.

Ein Ähnlichkeitsmaß im Sinne der Erfindung ist insbesondere ein Wert, der die Ähnlichkeit zwischen zwei Wertefolgen, z.B. Zeitfolgen wie einen Abschnitt eines Sensordatenstroms, charakterisiert. Vorzugsweise basiert das Ähnlichkeitsmaß auf einer Distanz, beispielsweise einer euklidischen Distanz, einer Manhattan-Distanz oder einer Mahalanobis-Distanz. Das Ähnlichkeitsmaß kann dabei proportional zu, insbesondere gleich, der Distanz sein. Alternativ kann das Ähnlichkeitsmaß aber auch invers zur Distanz sein. Vorzugsweise entspricht das Ähnlichkeitsmaß dabei einer Distanz, die durch eine Optimierungsfunktion ermittelt wird. Mit anderen Worten kann das Ähnlichkeitsmaß einen, gegebenenfalls abstrakten, Abstand zwischen einem Abschnitt eines Sensordatenstroms und einer Schablone charakterisieren.

Die Erfindung basiert insbesondere auf dem Ansatz, einen aus einem Sensordatenstrom, der z.B. von einer ein Fahrzeugumfeld erfassenden Sensoreinrichtung oder einem Simulator bereitgestellt wird, extrahierten Abschnitt mit einer Schablone zu vergleichen,

die ein bekanntes Verkehrsszenario, beispielsweise eine räumliche Konstellation von Verkehrsteilnehmern und/oder deren dynamische Entwicklung, insbesondere wenigstens ein Fahrmanöver, charakterisiert. In Abhängigkeit eines Ergebnisses des Vergleichs kann dann eine Klassifizierung des Abschnitts des Sensordatenstroms vorgenommen werden. Z.B. kann der Abschnitt als dem durch die Schablone charakterisierten bekannten Verkehrsszenario zugehörig klassifiziert werden.

Auf Grundlage der derart erfolgten Klassifikation kann beispielsweise eine Information betreffend das bekannte Verkehrsszenario ausgegeben bzw. bereitgestellt, etwa über eine Schnittstelle an ein Fahrerassistenzsystem übermittelt, werden.

Der Vergleich des Abschnitts des Sensordatenstroms mit der Schablone wird dabei in bevorzugter Weise durch eine dynamische Zeitnormierung des Abschnitts und der Schablone, d.h. durch ein Abbilden des Abschnitts auf die Schablone, durchgeführt. Ein dabei ermitteltes Ähnlichkeitsmaß, insbesondere eine Distanz zwischen dem Abschnitt und der Schablone, kann einen Anhaltspunkt dafür liefern, wie gut der Abschnitt und die Schablone zusammenpassen, z.B. wie stark sich ein durch den Abschnitt des Sensordatenstroms charakterisiertes Fahrzeugumfeld von dem bekannten Verkehrsszenario unterscheidet. Erfüllt das Ähnlichkeitsmaß ein Ähnlichkeitskriterium, d.h. sind die Unterschiede zwischen dem Abschnitt und der Schablone nicht zu groß, wird das durch die Schablone charakterisierte, bekannte Verkehrsszenario dem Abschnitt des Sensordatenstroms zugeordnet. Mit anderen Worten wird ein durch den Abschnitt des Sensordatenstroms charakterisiertes, unbekanntes Verkehrsszenario in diesem Fall mit dem bekannten Verkehrsszenario identifiziert.

Der Einsatz der dynamischen Zeitminimierung macht es hierbei möglich, das unbekannte, durch den Sensordatenstrom, insbesondere den Abschnitt, charakterisierte Verkehrsszenario besonders schnell und zuverlässig zu identifizieren. Es ist insbesondere nicht notwendig, in gegebenenfalls aufwändiger Weise mehrere Parameter aus dem Sensordatenstrom abzuleiten und zu überprüfen, ob diese verschiedene Kriterien erfüllen. Statt dessen erlaubt es die Erfindung, anhand der dynamischen Zeitnormierung, die vorzugsweise mit einem besonders rechenzeitsparenden Algorithmus, etwa den von Rakthanmanon et. al. in „Searching and mining trillions of time series subsequences under dynamic time warping“, Proceedings of the 18th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, KDD 12, 262-270 (2018) angegebenen Algo-

rithmus, ausgeführt wird, lediglich einen Parameter, insbesondere das Ähnlichkeitsmaß, zu bestimmen und diesen zur zuverlässigen Identifikation des Verkehrsszenarios heranzuziehen.

Der Einsatz der dynamischen Zeitnormierung erlaubt es insbesondere, das bekannte Verkehrsszenario auch einem Abschnitt des Sensordatenstroms, der eine Variation des Verkehrsszenarios charakterisiert, zuverlässig zuzuordnen, insbesondere durch die Abbildung auf eine für das bekannte Verkehrsszenario generische Schablone. Dadurch kann verhindert werden, dass der Abschnitt des Sensordatenstroms in diesen Fällen jeweils unterschiedlich klassifiziert wird. Dies ermöglicht eine effiziente Verarbeitung des Sensordatenstroms.

Insgesamt erlaubt es die Erfindung, die Analyse eines Sensordatenstroms bezüglich des Vorliegens von Verkehrsszenarios weiter zu verbessern, insbesondere vorliegende Verkehrsszenarios durch Analyse des Sensordatenstroms zuverlässiger und/oder auf einfache Weise zu erkennen.

Nachfolgend werden bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung und deren Weiterbildungen beschrieben, die jeweils, soweit dies nicht ausdrücklich ausgeschlossen wird, beliebig miteinander sowie mit den im Weiteren beschriebenen Aspekten der Erfindung kombiniert werden können.

In einer bevorzugten Ausführungsform wird der Abschnitt des Sensordatenstroms beim Zuordnen zu dem bekannten Verkehrsszenario in der Datenbank gespeichert. Vorzugsweise wird der Abschnitt dabei entsprechend klassifiziert, d.h. als zu dem bekannten Verkehrsszenario zugehörig gekennzeichnet. Der Abschnitt kann insbesondere einem Cluster von bereits in der Datenbank gespeicherten Abschnitten, die dem bekannten Verkehrsszenario zugeordnet wurden, zugeordnet werden bzw. einen Teil eines solchen Clusters bilden. Dadurch kann der in dieser Weise gespeicherte Abschnitt des Sensordatenstroms bei einer zukünftigen (Weiter-)Verarbeitung der in der Datenbank gespeicherten Daten, z.B. bei einer zukünftigen Anpassung der wenigstens einen Schablone, berücksichtigt werden.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist das Verfahren des Weiteren den folgenden Arbeitsschritt auf: Speichern des Abschnitts des Sensordatenstroms als weite-

re Schablone in der Datenbank, wenn das Ähnlichkeitsmaß das vorgegebene Ähnlichkeitskriterium nicht erfüllt. Vorzugsweise kann die weitere Schablone im Folgenden genutzt werden, um weitere, insbesondere zukünftige, Abschnitte des Sensordatenstroms dem durch die weitere Schablone charakterisierten, insbesondere bislang unbekannten, Verkehrsszenario zuordnen zu können. Auf diese Weise kann die Datenbank erweitert werden. Insbesondere können der Datenbank neue Verkehrsszenarien, z.B. neue Fahrmanöver, hinzugefügt werden. Mit anderen Worten kann auf diese Weise ein Lernen von neuen Verkehrsszenarien und eine entsprechende dynamische Erweiterung der Datenbank realisiert werden.

Dieser Fall kann beispielsweise eintreten, wenn ein seltenes Verkehrsszenario eintritt, etwa ein Fahrzeug ein ungewöhnliches Manöver ausführt, das noch nicht durch eine Schablone in der Datenbank erfasst ist bzw. wurde. Dann kann der Abschnitt des Sensordatenstroms und dieses seltene und bislang unbekannte Verkehrsszenario charakterisiert, der mit keiner von mehreren in der Datenbank gespeicherte Schablonen, zumindest in dem durch das Ähnlichkeitskriterium vorgegebenen Rahmen, übereinstimmt, d.h. insbesondere nicht präzise genug durch, insbesondere die dynamische Zeitnormierung, auf eine der Schablonen abgebildet werden kann, als neue Schablone in der Datenbank gespeichert werden und somit etwa eine neue Verkehrsszenarioklasse bilden.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist das Verfahren des Weiteren die folgenden Arbeitsschritte auf: (i) Prüfen, ob wenigstens eine Schablone in der Datenbank gespeichert ist; und (ii) Hinzufügen des Abschnitts des Sensordatenstroms als Schablone in die Datenbank in Abhängigkeit des Ergebnisses der Prüfung. Insbesondere wird der Abschnitt des Sensordatenstroms in der Datenbank gespeichert, wenn bislang noch keine Schablone in der Datenbank gespeichert ist bzw. wurde. Die Datenbank kann auf diese Weise vorteilhaft initialisiert bzw. aufgebaut werden. Insbesondere kann dadurch auf eine gegebenenfalls aufwändige Präparation bzw. Bevölkerung der Datenbank verzichtet werden. In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist das Verfahren des Weiteren den folgenden Arbeitsschritt auf: Anpassen der Schablone, wenn das Ähnlichkeitsmaß gleichzeitig das vorgegebene Ähnlichkeitskriterium und ein vorgegebenes Anpassungskriterium erfüllt. Beispielsweise kann die Schablone angepasst werden, wenn der Abschnitt des Sensordatenstroms dem bekannten Verkehrsszenario, welches durch die Schablone charakterisiert ist, zugeordnet wird, jedoch gewisse Unterschiede zwischen dem Abschnitt und der Schablone bestehen. Dadurch können weitere, insbeson-

dere zukünftige, Abschnitte des Sensordatenstroms besonders zuverlässig dem richtigen Verkehrsszenario zugeordnet werden.

Z.B. kann die Schablone, insbesondere durch Neuberechnung, angepasst werden, wenn auf Grundlage einer durch die dynamische Zeitnormierung ermittelten Distanz zwischen dem Abschnitt des Sensordatenstroms und der Schablone der Abschnitt einem mit dem bekannten Verkehrsszenario korrespondierendem Cluster von Abschnitten zugeordnet werden kann, aber nicht in der Nähe des Schwerpunkts des Clusters liegt.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform werden beim Anpassen der Schablone alle dem bekannten Verkehrsszenario zugeordneten, insbesondere zuvor in der Datenbank gespeicherten, Abschnitte des Sensordatenstroms durch dynamische Zeitnormierung gemittelt. Vorzugsweise wird die Mittelung dabei mit dem z.B. aus Petitjean et. al. in „A global averaging method for dynamic time warping, with applications to clustering“, Pattern recognition, 44(3), 678-693 (2011) bekannten Schwerpunktmittelungsverfahren dynamisch normierter Zeitfolgen (engl. dynamic time warping barycenter averaging) ausgeführt. Dadurch kann iteratives paarweises Mitteln vermieden werden, wodurch der Rechenaufwand vorteilhaft verringert wird. Zudem kann eine beliebige Reihenfolge der in den gespeicherten Abschnitten des Sensordatenstroms enthaltenen Sensordaten eine Mittelung verwendet werden, und die, insbesondere zeitliche, Länge der derart angepassten Schablone wird vorteilhaft nicht vergrößert.

Vorzugsweise bildet das Verfahren somit eine Echtzeit-Version des sog. k-Means-Algorithmus (engl. k-means clustering), wobei die in der Datenbank gespeicherte Schablonen Schwerpunkte verschiedener Cluster, die jeweils mit einem bekannten Verkehrsszenario korrespondieren, bilden. Dabei kann einem Cluster ein neues Mitglied, d.h. ein weiterer Abschnitt des Sensordatenstroms, hinzugefügt werden, wenn das Ähnlichkeitskriterium erfüllt ist. Wenn jedoch gleichzeitig auch das Anpassungskriterium erfüllt ist, z.B. die Abbildung des Abschnitts des Sensordatenstroms auf die Schablone eine vorgegebene Güte nicht erreicht, wird der Schwerpunkt des entsprechenden Clusters, d.h. die Schablone, angepasst, insbesondere neu berechnet, insbesondere durch Mittelung aller Mitglieder des Clusters. Wird bereits das Ähnlichkeitskriterium nicht erfüllt, d.h. kann der Abschnitt des Sensordatenstroms, insbesondere durch dynamische Zeitnormierung, nicht sinnvoll auf eine der Schablonen abgebildet werden, bildet der Abschnitt ein neues Cluster. Durch Ausbildung des Verfahrens als k-Means-Algorithmus können Ab-

schnitte des Sensordatenstroms besonders zuverlässig, insbesondere mit hoher Wahrscheinlichkeit, dem korrekten Verkehrsszenario zugeordnet werden bzw. die Datenbank dynamisch angepasst bzw. erweitert werden.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist oder wird das vorgegebene Ähnlichkeitskriterium erfüllt, wenn das Ähnlichkeitsmaß einen vorgegebenen Ähnlichkeitsschwellenwert unterschreitet. Vorzugsweise wird dabei geprüft, ob eine durch dynamische Zeitnormierung ermittelte Distanz zwischen dem Abschnitt des Sensordatenstroms und der Schablone kleiner ist als der vorgegebener Ähnlichkeitsschwellenwert. Dadurch kann zuverlässig und eindeutig, insbesondere bei Einsparung von Rechenleistung, entschieden werden, ob der Abschnitt des Sensordatenstroms dem bekannten Verkehrsszenario, welches durch die Schablone charakterisiert ist, zugeordnet werden soll.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist oder wird das vorgegebene Anpassungskriterium erfüllt, wenn das Ähnlichkeitsmaß einen von dem Ähnlichkeitskriterium, insbesondere von dem Ähnlichkeitsschwellenwert, abhängigen Anpassungsschwellenwert überschreitet. Dadurch kann zuverlässig und eindeutig, insbesondere bei Einsparung von Rechenleistung, entschieden werden, ob die das bekannte Verkehrsszenario charakterisierende Schablone angepasst, beispielsweise neu berechnet, werden soll.

Vorzugsweise wird dabei geprüft, ob eine durch dynamische Zeitnormierung ermittelte Distanz zwischen dem Abschnitt des Sensordatenstroms und der Schablone größer ist als der vorgegebene Anpassungsschwellenwert. Dadurch kann die Schablone insbesondere dann angepasst werden, wenn der Grad an Übereinstimmung zwischen dem Abschnitt des Sensordatenstroms und der Schablone nicht zu hoch ist. Mit anderen Worten wird eine Anpassung der Schablone vorzugsweise nur vorgenommen, wenn der gegenwärtig auf die Schablone abgebildete Abschnitt des Sensordatenstroms wenigstens bis zu einem gewissen Grad von der Schablone abweicht und somit eine Anpassung der Schablone auch angebracht ist. Insbesondere kann so eine unnötige Anpassung der Schablonen vermieden werden.

Vorzugsweise ist die Abhängigkeit des Anpassungskriteriums, insbesondere des Anpassungsschwellenwerts, durch eine, insbesondere mathematische, Funktion charakterisiert. Beispielsweise kann der Wert dieser Funktion das Anpassungskriterium, insbesondere den Anpassungsschwellenwert, angeben, wenn als Eingangsgröße der Funktion

wenigstens das Ähnlichkeitskriterium, insbesondere der Ähnlichkeitsschwellenwert, gewählt wird. Die Funktion kann dabei dazu eingerichtet sein, dass Ähnlichkeitskriterium, insbesondere den Ähnlichkeitsschwellenwert, zu gewichten, z.B. durch Multiplikation mit einem Faktor kleiner eins. Mit anderen Worten kann das Anpassungskriterium einer Gewichtung des Ähnlichkeitskriteriums entsprechen.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist das Verfahren des Weiteren den folgenden Arbeitsschritt auf: Vorgeben des Ähnlichkeitskriteriums, insbesondere des Ähnlichkeitsschwellenwerts, auf Basis eines Vergleichs mehrerer, insbesondere aller, Ähnlichkeitsmaße untereinander, die bei der Abbildung, insbesondere durch dynamische Zeitnormierung, zumindest von dem bekannten Szenario zugeordneten, insbesondere in der Datenbank gespeicherten, Abschnitten des Sensordatenstroms ermittelt werden. Vorzugsweise wird beim Vergleichen ein Ähnlichkeitsmaß, das den niedrigsten Grad der Übereinstimmung zwischen dem Abschnitt des Sensordatenstroms und der Schablone charakterisiert, z.B. eine maximale durch die dynamische Zeitnormierung ermittelte Distanz zwischen dem Abschnitt des Sensordatenstroms und der Schablone, ermittelt und daraus das Ähnlichkeitskriterium, insbesondere der Ähnlichkeitsschwellenwert, gebildet. Dadurch kann das Ähnlichkeitskriterium, insbesondere der Ähnlichkeitsschwellenwert, dynamisch beispielsweise an die Qualität der im Sensordatenstrom enthaltenen Sensordaten angepasst werden.

Beispielsweise können jeweils alle Mitglieder eines mit einem bekannten Verkehrsszenario korrespondierenden Clusters, dessen Schwerpunkt durch die entsprechende Schablone gebildet wird, durch dynamische Zeitnormierung auf die Schablone abgebildet werden. Aus den dabei ermittelten Distanzen zwischen den Mitgliedern, d.h. Abschnitten des Sensordatenstroms und der Schablone, wird die maximale Distanz ausgewählt, z.B. herausgefiltert, und als Ähnlichkeitskriterium, insbesondere Ähnlichkeitsschwellenwert, verwendet.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform werden mehrere Ähnlichkeitsmaße durch Abbilden des Abschnitts des Sensordatenstroms auf jeweils eine von mehreren in der Datenbank gespeicherten Schablonen, von denen jede jeweils ein anderes bekanntes Verkehrsszenario charakterisiert, ermittelt, und der Abschnitt des Sensordatenstroms wird dem bekannten Verkehrsszenario auf Basis eines Vergleichs der mehreren ermittelten Ähnlichkeitsmaße untereinander zugeordnet. Mit anderen Worten wird ein unbekann-

tes Verkehrsszenario, das durch den Abschnitt des Sensordatenstroms charakterisiert ist, mit mehreren bereits bekannten Verkehrsszenarien verglichen und vorzugsweise auf Basis dieses Vergleichs identifiziert.

Vorzugsweise wird beim Vergleichen ein Ähnlichkeitsmaß, dass den höchsten Grad der Übereinstimmung zwischen dem Abschnitt des Sensordatenstroms und einer Schablone charakterisiert, z.B. eine minimale bei der dynamischen Zeitnormierung des Abschnitts des Sensordatenstroms ermittelte Distanz zwischen dem Abschnitt des Sensordatenstroms und der Schablone, ermittelt und der Abschnitt dem bekannten Verkehrsszenario, dass durch die entsprechende Schablone charakterisiert ist, zugeordnet. Dadurch kann das Verkehrsszenario, dass gegenwärtig durch den Abschnitt des Sensordatenstroms charakterisiert, insbesondere abgebildet, wird, zuverlässig und schnell identifiziert werden.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform charakterisiert der Sensordatenstrom wenigstens einen, insbesondere transversalen, d.h. senkrecht zur Fahrtrichtung verlaufenden, Abstand von zwei Verkehrsteilnehmern des Verkehrsszenarios zueinander. Fahren beispielsweise zwei Fahrzeuge auf zwei nebeneinanderliegenden Fahrspuren nebeneinander her, ändert sich der Abstand zwischen den Fahrzeugen nicht. Führt eines der Fahrzeuge ein Fahrmanöver aus, beispielsweise durch Beschleunigen bzw. Überholen oder durch Einschwenken auf die jeweils andere Fahrspur, ändert sich der Abstand zwischen den Fahrzeugen. Diese Änderung kann charakteristisch für das Fahrmanöver bzw. das Verkehrsszenario sein. Der, insbesondere zeitliche, Verlauf des Abstands bei diesem Fahrmanöver kann somit eine in der Datenbank gespeicherte Schablone für das Verkehrsszenario bilden. Ein Abschnitt des Sensordatenstroms kann dadurch dem korrekten Verkehrsszenario mit hoher Wahrscheinlichkeit zugeordnet werden.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform wird der Sensordatenstrom von einer Sensoreinrichtung eines Fahrzeugs während dem Betrieb des Fahrzeugs bereitgestellt. Die Sensoreinrichtung weist vorzugsweise mehrere Sensoren, beispielsweise wenigstens eine Kamera, wenigstens einen Radarsensor, wenigstens einen Lidersensor, wenigstens einen Ultraschallsensor und/oder dergleichen, auf, welche entsprechende Sensordaten, in bevorzugter Weise zumindest im Wesentlichen kontinuierlich, erzeugen, wobei der Sensordatenstrom in bevorzugter Weise durch eine Fusion der Sensordaten gebildet wird. Anhand der Zuordnung des Abschnitts des Sensordatenstroms zum be-

kannten Verkehrsszenario kann dann *in situ*, d.h. im Wesentlichen in Echtzeit, eine Information bezüglich des derart identifizierte Verkehrsszenario ausgegeben und beispielsweise einem Fahrerassistenzsystem zur Verfügung gestellt werden. Zudem ist es möglich, z.B. im Rahmen von Testfahrten, die Datenbank mit Schablonen zu befüllen, damit die Datenbank bzw. die darin enthaltenen Daten zu einem späteren Zeitpunkt zur Identifikation von Verkehrsszenarien herangezogen werden kann bzw. können. Durch Bereitstellen des Sensordatenstroms während des Betriebs des Fahrzeugs kann die Datenbank auch *in situ*, d.h. in Echtzeit, erweitert werden.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist das Verfahren des Weiteren den folgenden Arbeitsschritt auf: Auswählen des Abschnitts aus dem Sensordatenstrom, wobei ein Anfang des Abschnitts des Sensordatenstroms und/oder ein Ende des Abschnitts des Sensordatenstroms in der Weise ausgewählt werden, dass der Anfang des Abschnitts des Sensordatenstroms und das Ende des Abschnitts des Sensordatenstroms durch eine vorgegebene Zeitdauer voneinander beabstandet sind. Vorzugsweise bildet der derart ausgewählte Abschnitt des Sensordatenstroms ein Zeitfenster, innerhalb dem im Sensordatenstrom enthaltene, etwa von einer Sensoreinrichtung eines Fahrzeugs oder einer Simulation bereitgestellte Sensordaten, beispielsweise bei der Identifikation eines vorliegenden Verkehrsszenarios, berücksichtigt werden. Dabei kann durch Vorgabe der Zeitdauer, d.h. durch Wahl der Länge des Zeitfensters, eine besonders zuverlässige Zuordnung des Abschnitts des Sensordatenstroms zu dem bekannten Verkehrsszenario erreicht werden.

Vorzugsweise wird das Ende des Abschnitts von gegenwärtig von der Sensoreinrichtung oder der Simulation erzeugten Sensordaten gebildet. Dadurch wird beispielsweise eine Identifikation der aktuell vorliegenden Verkehrssituation auf zuverlässige Weise ermöglicht.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform werden wenigstens das Auswählen des Abschnitts des Sensordatenstroms, das Ermitteln des Ähnlichkeitsmaßes und das Zuordnen des Abschnitts des Sensordatenstroms wiederholt ausgeführt. Vorzugsweise wird bzw. werden dabei beim wiederholten Auswählen des Abschnitts des Sensordatenstroms der Anfang und/oder das Ende des Abschnitts des Sensordatenstroms in der Weise ausgewählt, dass der Abschnitt des Sensordatenstroms höchstens zur Hälfte mit einem zuvor ausgewählten Abschnitt des Sensordatenstroms überlappt. Mit anderen

Worten wird ein weiterer Abschnitt des Sensordatenstroms erst dann auf wenigstens eine Schablone abgebildet, wenn die Hälfte der vorgegebenen Zeitdauer verstrichen ist. Dadurch kann sichergestellt werden, dass sich zwei aufeinanderfolgend auf mehrere Schablonen abgebildete Abschnitte des Sensordatenstroms ausreichend voneinander unterscheiden, um unterschiedlichen bekannten Verkehrsszenarien zugeordnet werden zu können.

Ein zweiter Aspekt der Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Analyse eines Sensordatenstroms, der ein Fahrzeugumfeld charakterisiert, in Bezug auf ein Vorliegen von Verkehrsszenarien. Die Vorrichtung weist vorzugsweise ein Verarbeitungsmodul auf, welches dazu eingerichtet ist, ein Ähnlichkeitsmaß, welches den Grad an Übereinstimmung zwischen einem Abschnitt des Sensordatenstroms und wenigstens einer in einer Datenbank gespeicherten Schablone angibt, durch Abbilden des Abschnitts des Sensordatenstroms auf die wenigstens eine Schablone, vorzugsweise mittels dynamischer Zeitnormierung, zu ermitteln, wobei die Schablone ein bekanntes Verkehrsszenario charakterisiert. Zudem weist die Vorrichtung vorzugsweise ein Zuordnungsmodul auf, welches dazu eingerichtet ist, das bekannte Verkehrsszenario dem Abschnitt des Sensordatenstroms zuzuordnen, wenn das Ähnlichkeitsmaß ein vorgegebenes Ähnlichkeitskriterium erfüllt.

Vorzugsweise weist die Vorrichtung auch eine Sensoreinrichtung auf, die dazu eingerichtet ist, ein Fahrzeugumfeld zu erfassen und den Sensordatenstrom bereitzustellen. Die Sensoreinrichtung kann einen oder mehrere Sensoren, beispielsweise Kameras, Ultraschallsensoren, Radarsensoren, Lidarsensoren und/oder dergleichen aufweisen, um zur Charakterisierung eines vorliegenden Verkehrsszenarios relevante Größen, wie etwa Abstände von Verkehrsteilnehmern zueinander, zuverlässig, vorzugsweise redundant, erfassen zu können.

Die Vorrichtung weist in bevorzugter Weise auch eine Datenbank auf, die dazu eingerichtet ist, wenigstens eine Schablone, vorzugsweise mehrere Schablonen, die jeweils ein bekanntes Verkehrsszenario charakterisiert bzw. charakterisieren, zu speichern.

Ein dritter Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zum Führen eines Fahrzeugs auf Grundlage eines Sensordatenstroms mittels eines Fahrerassistenzsystems, wobei der Sensordatenstrom mittels des Verfahrens gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung ana-

lysiert wird. Vorzugsweise wird dabei auf Grundlage der Zuordnung des Abschnitts des Sensordatenstroms, der in bevorzugter Weise ein gegenwärtiges Verkehrsszenario charakterisiert, zu dem bekannten Verkehrsszenario, das durch die in der Datenbank gespeicherte Schablone charakterisiert ist, ein Ausgangssignal erzeugt, welches das bekannte bzw. anhand des Abschnitts des Sensordatenstroms identifizierte Verkehrsszenario, insbesondere ein bekanntes Manöver, charakterisiert und dem Fahrerassistenzsystem bereitgestellt. Das Fahrerassistenzsystem kann somit zuverlässig auf das vorliegende Verkehrsszenario reagieren.

Die in Bezug auf den ersten Aspekt der Erfindung und dessen vorteilhafte Ausgestaltung beschriebenen Merkmale und Vorteile gelten, zumindest wo technisch sinnvoll, auch für den zweiten Aspekt der Erfindung und dessen vorteilhafte Ausgestaltung sowie umgekehrt.

Weitere Merkmale, Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung im Zusammenhang mit den Figuren, in denen durchgängig dieselben Bezugszeichen für dieselben oder einander entsprechende Elemente der Erfindung verwendet werden. Es zeigen wenigstens teilweise schematisch:

Fig. 1 eine bevorzugte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung;

Fig. 2 eine bevorzugte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verfahrens;

Fig. 3 eine Darstellung zur Erläuterung einer Zuordnung von einem bekannten Verkehrsszenario, das durch eine Schablone charakterisiert ist, zu einem Abschnitt eines Sensordatenstroms; und

Fig. 4 eine Darstellung zur Erläuterung eines Anpassens einer Schablone.

Fig. 1 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 zur Analyse eines Sensordatenstroms D, der ein Fahrzeugumfeld charakterisiert, mit einem Verarbeitungsmodul 2, einem Zuordnungsmodul 3 und einer Datenbank 4. Die Vorrichtung 1 ist vorzugsweise mit einer Sensoreinrichtung 5, die zum Erfassen eines Fahrzeugumfelds und Bereitstellen eines entsprechenden Sensordatenstroms D eingerichtet ist, und mit einem Fahrerassistenzsystem 6 verbunden. Das Fahrerassistenzsys-

tem 6 kann beispielsweise auf Grundlage eines Ausgangssignals A, welches von der Vorrichtung 1 auf Grundlage der Analyse des Sensordatenstroms D erzeugt wird, gesteuert werden.

Alternativ ist es auch denkbar, dass die Sensoreinrichtung 5 und/oder das Fahrerassistenzsystem 6 Teil der Vorrichtung 1 ist bzw. sind.

Das Verarbeitungsmodul 2 und/oder das Zuordnungsmodul 3 sind vorzugsweise als Software, z.B. als Programmcode, ausgeführt und können mittels einer Datenverarbeitungseinheit 7 ausgeführt werden.

Das Verarbeitungsmodul 2 ist in bevorzugter Weise dazu eingerichtet, ein Ähnlichkeitsmaß zu ermitteln, welches den Grad an Übereinstimmung zwischen einem Abschnitt des Sensordatenstroms D und wenigstens einer in der Datenbank 4 gespeicherten Schablone S charakterisiert. Dabei kann das Verarbeitungsmodul 2, etwa durch Extrahieren von im Sensordatenstrom D enthaltenen Sensordaten während eines vorgegebenen Zeitfensters, den Abschnitt des Sensordatenstroms D bereitstellen und beispielsweise durch Anwenden eines Verfahrens zur dynamischen Zeitnormierung (engl. dynamic time warping, DTW) auf die wenigstens eine Schablone S abbilden. Das Ähnlichkeitsmaß wird vorzugsweise als Ergebnis dieser Abbildung erhalten.

Das Verarbeitungsmodul 2 kann insbesondere dazu eingerichtet sein, den aus dem Sensordatenstrom S extrahierten Abschnitt dynamisch, d.h. insbesondere nichtlinear, zu verzerren, beispielsweise zumindest abschnittsweise zu stauchen und/oder zu strecken. Dadurch können die im Abschnitt enthaltenen Sensordaten beispielsweise entsprechenden, mit der Schablone korrespondierenden Schablonendaten zugeordnet werden. Vorzugsweise ermittelt das Verarbeitungsmodul 2 die Zuordnung dabei auf Basis einer Optimierungsfunktion, insbesondere in der Weise, dass der Abschnitt des Sensordatenstroms D besonders präzise, d.h. mit minimalen Abweichungen, auf die Schablone S abgebildet wird. Eine verbleibende Distanz, insbesondere in Form einer Differenz, zwischen dem Abschnitt des Sensordatenstroms D und der Schablone S bildet in bevorzugter Weise das Ähnlichkeitsmaß.

Die Distanz kann dabei insbesondere die Unterschiede zwischen den im Abschnitt enthaltenen Sensordaten und den ihnen jeweils zugeordneten Schablonendaten charakteri-

sieren. Insbesondere können z.B. die Differenzen zwischen Sensor- und Schablonendaten für jeweils ein Paar aus Sensordaten und Schablonendaten ermittelt und aufsummiert werden, um die Distanz zu erhalten.

Die in der Datenbank 4 gespeicherten Schablonen S charakterisieren in bevorzugter Weise jeweils ein bekanntes Verkehrsszenario. Die mit einer Schablone korrespondierenden Schablonendaten können beispielsweise Werten, insbesondere dem zeitlichen Verlauf, eines Parameters entsprechen, der das Verkehrsszenario zumindest teilweise beschreibt. Ein solcher Parameter kann etwa der Abstand zwischen zwei Verkehrsteilnehmern sein.

Das Zuordnungsmodul 3 kann entsprechend dazu eingerichtet sein, auf Grundlage der in der Datenbank 4 gespeicherten Schablonen S und dem vom Verarbeitungsmodul 2 ermittelten Ähnlichkeitsmaß ein bekanntes Verkehrsszenario dem Abschnitt des Sensordatenstroms D zuzuordnen, insbesondere wenn das Ähnlichkeitsmaß ein vorgegebenes Ähnlichkeitskriterium erfüllt, z.B. kleiner ist als ein vorgegebener Ähnlichkeitsschwellenwert.

Mit anderen Worten ist das Zuordnungsmodul 3 vorzugsweise dazu eingerichtet, zu prüfen, ob das ermittelte Ähnlichkeitsmaß das vorgegebene Ähnlichkeitskriterium erfüllt. Z.B. kann das Verarbeitungsmodul 2 ermitteln, ob die bei der dynamischen Zeitnormierung des Abschnitts des Sensordatenstroms D erhaltene Distanz zwischen dem Abschnitt des Sensordatenstroms D und der Schablone S einen vorgegebenen Ähnlichkeitsschwellenwert unterschreitet, d.h. ob der Abschnitt und die Schablone S einander so ähnlich sind, dass die ermittelte Distanz zwischen ihnen kleiner als der Ähnlichkeitsschwellenwert ist.

In Abhängigkeit eines Ergebnisses der Prüfung, insbesondere wenn das Ähnlichkeitsmaß das vorgegebene Ähnlichkeitskriterium erfüllt bzw. die Distanz den vorgegebenen Ähnlichkeitsschwellenwert unterschreitet, kann das Zuordnungsmodul 3 den Abschnitt des Sensordatenstroms D einem bekannten Verkehrsszenario, das durch die Schablone S charakterisiert ist, zuordnen. Das Ausgangssignal A wird vorzugsweise von dem Zuordnungsmodul 3 erzeugt, in bevorzugter Weise ebenfalls in Abhängigkeit des Ergebnisses der Prüfung, und charakterisiert das bekannte Verkehrsszenario. Das Ausgangs-

signal A kann beispielsweise eine Information bezüglich des bekannten Verkehrsszenarios enthalten.

Falls der Abschnitt des Sensordatenstroms D auf keine der Schablonen S sinnvoll abgebildet werden kann, d.h. wenn das Ähnlichkeitsmaß das vorgegebene Ähnlichkeitskriterium nicht erfüllt, kann die Datenbank 4 mit einer weiteren Schablone S, die durch den gegenwärtig betrachteten Abschnitt des Sensordatenstroms D charakterisiert, insbesondere gebildet, wird, erweitert werden. Insbesondere kann in diesem Fall der Abschnitt als weitere Schablone S in der Datenbank 4 gespeichert werden.

Fig. 2 zeigt ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verfahrens 100 zur Analyse eines Sensordatenstroms, der ein Fahrzeugumfeld charakterisiert, in Bezug auf ein Vorliegen von Verkehrsszenarien.

In Verfahrensschritt S1 wird der Sensordatenstrom bereitgestellt, etwa durch Erfassen eines Fahrzeugumfelds mit einer Sensoreinrichtung eines Fahrzeugs oder durch Simulation. Der Sensordatenstrom wird bzw. ist in bevorzugter Weise aus einer Zeitfolge von Sensordaten gebildet, wobei die Sensordaten Werte eines Parameters, der ein Verkehrsszenario beschreibt, enthalten können. Beispielsweise kann der Sensordatenstrom den zeitlichen Verlauf von Abständen zwischen Verkehrsteilnehmern abbilden.

In einem weiteren Verfahrensschritt S2 wird ein Abschnitt aus dem Sensordatenstrom ausgewählt, z.B. indem die Sensordaten innerhalb eines vorgegebenen Zeitfensters aus dem Sensordatenstrom extrahiert werden. Insbesondere kann ein Anfang des Abschnitts und/oder ein Ende des Abschnitts ausgewählt werden, wobei der Anfang und das Ende des Abschnitts vorzugsweise durch eine vorgegebene Zeitdauer voneinander beabstandet sind. Dabei wird das Ende des Abschnitts in bevorzugter Weise durch die zuletzt bereitgestellten Sensordaten aus dem Sensordatenstroms gebildet.

In einem weiteren Verfahrensschritt S3 wird geprüft, ob in einer Datenbank wenigstens eine Schablone, die ein bekanntes Verkehrsszenario charakterisiert, gespeichert ist. Liegt in der Datenbank keine Schablone vor, kann der Abschnitt des Sensordatenstroms in einem weiteren Verfahrensschritt S4 als Schablone in der Datenbank gespeichert werden. Andernfalls kann der Abschnitt des Sensordatenstroms in einem weiteren Verfahrensschritt S5 auf die wenigstens eine in der Datenbank gespeicherte Schablone ab-

gebildet werden, wobei vorzugsweise ein Ähnlichkeitsmaß ermittelt wird. Das Ähnlichkeitsmaß charakterisiert dabei in bevorzugter Weise einen Grad an Übereinstimmung zwischen dem Abschnitt des Sensordatenstroms und der Schablone.

Dabei kann das Abbilden des Abschnitts auf die Schablone auf Grundlage einer dynamischen Zeitnormierung ausgeführt werden, wobei das Ähnlichkeitsmaß in bevorzugter Weise durch eine durch die dynamische Zeitnormierung erhaltende Distanz zwischen dem Abschnitt und der Schablone gebildet wird. Die Distanz kann ein Maß für die Differenz zwischen dem auf die Schablone abgebildeten Abschnitt und der Schablone, insbesondere zwischen in dem Abschnitt enthaltenen Sensordaten und in der Schablone enthaltenen Schablonendaten, sein. Die Distanz bzw. das Ähnlichkeitsmaß ist demnach in bevorzugter Weise klein, wenn der Abschnitt und die Schablone einander sehr ähnlich sind, bzw. groß, wenn der Abschnitt und die Schablone einander unähnlich sind.

Sind in der Datenbank bereits mehrere Schablonen gespeichert, wird der Abschnitt vorzugsweise auf jede der Schablonen abgebildet und derart jeweils ein Ähnlichkeitsmaß ermittelt.

In einem weiteren Verfahrensschritt S6 wird vorzugsweise geprüft, ob das im Verfahrensschritt S5 ermittelte Ähnlichkeitsmaß bzw. die ermittelten Ähnlichkeitsmaße ein vorgegebenes Ähnlichkeitskriterium erfüllt bzw. erfüllen, beispielsweise ob die anhand der dynamischen Zeitnormierung erhaltene Distanz kleiner ist als ein vorgegebener Ähnlichkeitsschwellenwert.

Wenn dies für keine der Schablonen der Fall ist, kann in Verfahrensschritt S4 der Abschnitt des Sensordatenstroms als weitere Schablone in der Datenbank, insbesondere zusätzlich zu bereits in der Datenbank gespeicherten Schablonen, gespeichert werden. In der Datenbank bildet der Abschnitt des Sensordatenstroms somit ein weiteres, bislang unbekanntes, Verkehrsszenario ab.

Erfüllt dagegen wenigstens ein Ähnlichkeitsmaß das Ähnlichkeitskriterium, ist beispielsweise die anhand der dynamischen Zeitnormierung erhaltene Distanz kleiner als der vorgegebene Ähnlichkeitsschwellenwert, kann dem Abschnitt des Sensordatenstroms in einem weiteren Verfahrensschritt S7 in bevorzugter Weise ein bekanntes Verkehrsszenario zugeordnet werden.

Liegen mehrere in Verfahrensschritt S5 ermittelte Ähnlichkeitsmaße vor, werden diese in bevorzugter Weise miteinander verglichen und dem Abschnitt ein bekanntes Verkehrsszenario auf Grundlage eines Ergebnisses des Vergleichs zugeordnet. Beispielsweise kann beim Vergleichen dasjenige der Ähnlichkeitsmaße ermittelt werden, welches den höchsten Grad an Übereinstimmung zwischen dem Abschnitt und der mit dem Ähnlichkeitsmaß korrespondierenden Schablone charakterisiert. Insbesondere kann die kleinste der bei der dynamischen Zeitnormierung erhaltenen Distanzen ausgewählt und das durch die damit korrespondierende Schablone charakterisierte Verkehrsszenario dem Abschnitt zugeordnet werden.

Zusätzlich kann in einem weiteren Verfahrensschritt S8 überprüft werden, ob das, gegebenenfalls wie vorstehend beschrieben aus mehreren in Verfahrensschritt S5 ermittelten Ähnlichkeitsmaßen ausgewählte Ähnlichkeitsmaß neben dem Ähnlichkeitskriterium auch ein vorgegebenes Anpassungskriterium erfüllt, beispielsweise ob die bei der dynamischen Zeitnormierung erhaltene Distanz größer ist als ein Anpassungsschwellenwert.

Ist dies der Fall, kann in einem weiteren Verfahrensschritt S9 die mit dem Ähnlichkeitsmaß korrespondierende Schablone unter Berücksichtigung des Abschnitts des Sensordatenstroms angepasst werden. Beispielsweise kann die Schablone durch Mittelung mehrerer Abschnitte des Sensordatenstroms, denen in Verfahrensschritt S7 das entsprechende bekannte Verkehrsszenario zugeordnet wurde, korrigiert werden.

Fig. 3 zeigt eine Darstellung zur Erläuterung einer Zuordnung von einem bekannten Verkehrsszenario, das durch eine Schablone S charakterisiert ist, zu einem Abschnitt B eines Sensordatenstroms. Bei dem Verkehrsszenario handelt es sich beispielsweise um ein Einschermanöver, ein Ausschermanöver, ein Hintereinanderfahren auf einer Fahrspur oder ein Fahren zwischen zwei Fahrspuren. Verschiedene Abschnitte B korrespondieren dabei beispielsweise mit unterschiedlichen Fahrmanövern und innerhalb dieser Fahrmanöver auch mit verschiedenen Ausführungen bzw. Variationen des jeweiligen Fahrmanövers.

Die Lage der in Fig. 3 gezeigten Abschnitte B des Sensordatenstroms in der Darstellung hängt dabei für jeden der Abschnitte von einem transversalen Startabstand dX_{start} , d.h. der Komponente des Abstand zwischen zwei Fahrzeugen senkrecht zur Fahrtrichtung zu Beginn des Fahrmanövers, und einem transversalen Endabstand dX_{end} , d.h. der Kompo-

nente des Abstand zwischen zwei Fahrzeugen senkrecht zur Fahrtrichtung am Ende des Fahrmanövers, ab. Zum besseren Verständnis sind in Fig. 4 Abschnitte B gezeigt, die mit einem Einschermanöver korrespondieren, bei dem zwei Fahrzeuge zunächst auf zwei benachbarten Fahrspuren fahren und eines der Fahrzeug vor das andere Fahrzeug einschert. In diesem Zusammenhang ist Fig. 4 beispielhaft zu entnehmen, dass die transversalen Startabstände dX_{start} zu Beginn des Fahrmanövers, wenn die Fahrzeuge noch auf den benachbarten Fahrspuren fahren, im Wesentlichen im Bereich um 4 m und die transversalen Endabstände dX_{end} am Ende des Fahrmanövers, wenn die Fahrzeuge auf derselben Fahrspur fahren, im Wesentlichen im Bereich um 0 m liegen.

Dadurch, dass für jedes mögliche Manöver und dabei auch für jede mögliche Ausführung des Manövers, d.h. für jeden der Abschnitte B, leicht unterschiedliche Start- und Endabstände dX_{start} , dX_{end} vorliegen, kann anhand der Lage der Abschnitte B in der Darstellung in Fig. 3 leicht zwischen den verschiedenen Fahrmanövern bzw. den möglichen Ausführungen der Manöver unterschieden werden.

Wie in Fig. 3 angedeutet bilden die Abschnitte B in der gewählten Darstellung Cluster C, wobei die Schablonen S im gezeigten Beispiel jeweils den Schwerpunkt eines Clusters C aus mehreren Abschnitten B des Sensordatenstroms bilden. Dabei werden einem Cluster C vorzugsweise all diejenigen Abschnitte B des Sensordatenstroms, deren (z.B. in Fig. 4 gezeigte) zeitliche Verläufe eine gewisse Ähnlichkeit zueinander aufweisen. In der in Fig. 3 gezeigten Darstellung wird diese Ähnlichkeit durch die räumliche Lage, d.h. die ähnlichen Start- und Endabstände dX_{start} , dX_{end} , der Abschnitte B verdeutlicht, wobei einander ähnliche Abschnitte B des Sensordatenstroms jeweils innerhalb eines Bereichs beieinander liegen. Beispielsweise liegen alle Abschnitte B, die mit verschiedenen Ausführungen des Einschermanövers korrespondieren, in einem Bereich um $dX_{\text{start}} \approx 4$ und $dX_{\text{end}} \approx 0$, während alle Abschnitte B, die mit verschiedenen Ausführungen eines Folge-Manövers, bei ein Fahrzeug einem anderen auf der gleichen Fahrspur folgt, in einem Bereich um $dX_{\text{start}} \approx 0$ und $dX_{\text{end}} \approx 0$ liegen.

Dabei werden einem Cluster C vorzugsweise all diejenigen Abschnitte B des Sensordatenstroms zugeordnet, für die ein ermitteltes Ähnlichkeitsmaß, welches den Grad an Übereinstimmung zwischen dem jeweiligen Abschnitt B und der Schablone S des Clusters C charakterisiert, ein Ähnlichkeitskriterium erfüllt. Das Ähnlichkeitsmaß wird dabei

vorzugsweise durch ein Abbilden des jeweiligen Abschnitts B auf die jeweilige Schablone S durch dynamische Zeitnormierung ermittelt.

Der Abschnitt B wird bei der Abbildung auf die jeweilige Schablone S durch die dynamische Zeitnormierung dabei vorzugsweise derart dynamisch, d.h. wenigstens abschnittsweise, gestaucht und/oder gestreckt, dass er zumindest im Wesentlichen der Schablone S entspricht bzw. deren Verlauf folgt. Beispielsweise kann der zeitliche Verlauf eines Parameters wie des transversalen Abstands zwischen zwei Fahrzeugen, der das noch unbekannte, zu identifizierende Verkehrsszenario zumindest teilweise charakterisiert und durch den Abschnitt B des Sensordatenstroms abgebildet wird, durch die dynamische Zeitnormierung an den durch die Schablone S abgebildeten zeitlichen, für das bekannte Verkehrsszenario charakteristischen Verlauf dieses Parameters angepasst werden. Das Ähnlichkeitsmaß gibt dabei in bevorzugter Weise die Abweichungen zwischen dem durch den Abschnitt B abgebildeten zeitlichen Verlauf und dem durch die Schablone S abgebildeten zeitlichen Verlauf an (für Beispiele für den zeitlichen Verlauf von Abschnitten B wird auf Fig. 4 verwiesen).

Erfüllt das derart ermittelte Ähnlichkeitsmaß ein vorgegebenes Ähnlichkeitskriterium, kann eine der Schablonen S bzw. eines der Cluster C und damit eines der bekannten Verkehrsszenarien dem weiteren Abschnitt B zugeordnet werden. Dabei wird vorzugsweise dasjenige der bekannten Verkehrsszenarien dem weiteren Abschnitt B zugeordnet, für dessen Schablone S der höchste Grad an Übereinstimmung mit dem Abschnitt B ermittelt wurde.

Das Ähnlichkeitsmaß, welches den Grad der Übereinstimmung angibt, kann dabei beispielsweise einer im Rahmen der dynamischen Zeitnormierung ermittelten Distanz zwischen dem Abschnitt B des Sensordatenstroms und der jeweiligen Schablone S entsprechen.

Dabei kann ein Erfüllen des Ähnlichkeitskriteriums z.B. beinhalten: die Distanz unterschreitet einen Ähnlichkeitsschwellenwert. Alternativ oder zusätzlich kann das Erfüllen des Ähnlichkeitskriteriums beinhalten: die ermittelte Distanz ist kleiner als alle anderen bezüglich der anderen Schablonen S ermittelten Distanzen. Mit anderen Worten wird ein Abschnitt B einem Cluster C bzw. dem damit korrespondierenden Fahrmanöver bzw. Verkehrsszenario vorzugsweise zugeordnet, wenn der Abstand des Abschnitts B zur mit

dem Cluster C korrespondierenden Schablone S ausreichend klein ist und insbesondere kleiner als die Abstände des Abschnitts B zu allen anderen Schablonen S ist.

Es kann auch überprüft werden, ob das Ähnlichkeitsmaß ein vorgegebenes Anpassungskriterium erfüllt. Ist dies der Fall, wird in bevorzugter Weise die entsprechende Schablone S, die das dem Abschnitt B zugeordnete bekannte Verkehrsszenario charakterisiert, angepasst. Dies ist auch im Zusammenhang mit Fig. 4 weiter unten beschrieben.

Vorzugsweise ist das Anpassungskriterium erfüllt, wenn die durch die dynamische Zeitnormierung ermittelte Distanz zwischen dem Abschnitt B und der Schablone S größer ist als ein vorgegebener Anpassungsschwellenwert. Mit anderen Worten ist das Anpassungskriterium erfüllt, wenn ein Abschnitt B zwar einem Cluster C zugeordnet wird, aber nicht in der Nähe des Schwerpunkts des Clusters C, d.h. der Schablone S, liegt. In diesem Fall können die Unterschiede zwischen dem Abschnitt B und der Schablone S als hinreichend Angesehen werden, dass eine Anpassung der Schablone S, d.h. eine Neuberechnung des Schwerpunkts des Clusters C, zu einer zu berücksichtigenden Änderung führt, die insbesondere Einfluss auf zukünftige Vergleiche mit weiteren Abschnitten B des Sensordatenstroms haben kann.

Wird das vorgegebene Ähnlichkeitskriterium von keinem der ermittelten Ähnlichkeitsmaße erfüllt, kann ein neues Cluster C mit dem weiteren Abschnitt B als einzigem Mitglied erzeugt werden, wobei eine entsprechende Schablone S durch den weiteren Abschnitt B gebildet wird.

Fig. 4 zeigt eine Darstellung zur Erläuterung eines Anpassens einer Schablone S. Dabei ist der zeitliche Verlauf eines transversalen Abstands dX zwischen zwei Fahrzeugen, d.h. der Abstand zwischen den Fahrzeugen senkrecht zu deren Fahrtrichtung, abgebildet.

Der transversale Abstand dX kann als Parameter, der ein Verkehrsszenario, insbesondere ein Einschermanöver, zumindest teilweise beschreibt, herangezogen werden. Zu Beginn des Einschermanövers befinden sich zwei Fahrzeuge auf benachbarten Fahrspuren, so dass der transversale Abstand zwischen ihnen beispielsweise etwa 4 m beträgt.

Gegen Ende des Manövers befinden sich die zwei Fahrzeuge auf der gleichen Fahrspur, so dass der transversale Abstand zwischen ihnen im Wesentlichen 0 m beträgt.

In Fig. 4 sind eine Vielzahl von Abschnitten B eines Sensordatenstroms, der eine zeitliche Abfolge von Sensordaten enthält, die den transversalen Abstand dX bei dem jeweils gleichen Verkehrsszenario, in diesem Fall einem Einschermanöver, charakterisieren, abgebildet. Je nachdem, wie aggressiv das Fahrmanöver ausgeführt wird, ist der Abschnitt B dabei kürzer oder länger. Unabhängig davon sind jedoch die Formen des zeitlichen Verlaufs zumindest ähnlich.

Diese Ähnlichkeit kann genutzt werden, um einem Abschnitt B des Sensordatenstroms ein bekanntes Verkehrsszenario, beispielsweise das Einschermanöver, zuzuordnen, wobei zur Ermittlung eines Ähnlichkeitsmaßes zwischen dem Abschnitt B und einer Schablone S, die das bekannte Verkehrsszenario charakterisiert, der Abschnitt B mittels dynamischer Zeitnormierung auf Schablone S abgebildet wird. Dies ist ausführlich im Zusammenhang mit Fig. 2 und 3 erläutert.

Die Schablone S wird dabei vorzugsweise auf der Grundlage von mehreren, beispielsweise zuvor in einer Datenbank gespeicherten, Abschnitten B des Sensordatenstroms ermittelt. Die zuvor in der Datenbank gespeicherten Abschnitte B, die mit dem bekannten Verkehrsszenario, hier dem Einschermanöver, korrespondieren, können z.B. bei Testfahrten mit einem Fahrzeug aufgezeichnet und entsprechend, z.B. manuell, aus dem Sensordatenstrom ausgewählt worden sein. Alternativ kann es sich bei den Abschnitten B auch um *in situ* aus dem Sensordatenstrom extrahierten und in der Datenbank gespeicherten Abschnitte handeln.

Um die Schablone S aus diesen Abschnitten B zu ermitteln, können insbesondere mehrere Abschnitte B des Sensordatenstroms gemittelt werden. Um dabei den unterschiedlichen zeitlichen Längen der Abschnitte B Rechnung zu tragen, wird die Mittelung vorzugsweise auf Grundlage dynamischer Zeitnormierung ausgeführt. Insbesondere wird in bevorzugter Weise ein Schwerpunktmittlungsverfahren dynamisch normierter Zeitfolgen (engl. dynamic time warping barycenter averaging) angewandt, welches z.B. in Petitjean et. al. in „A global averaging method for dynamic time warping, with applications to clustering“, Pattern recognition, 44(3), 678-693 (2011) beschrieben ist.

Die derart durchgeführte Mittelung der in Fig. 4 gezeigten Abschnitte B des Sensordatenstroms ergibt die ebenfalls in Fig. 4 gezeigte Schablone S, welche in Bezug auf das durch sie charakterisierte Verkehrsszenario, in diesem Fall das Einschermanöver, generisch ist.

Bezugszeichenliste

1	Vorrichtung zur Analyse eines Sensordatenstroms
2	Verarbeitungsmodul
3	Zuordnungsmodul
4	Datenbank
5	Sensoreinrichtung
6	Fahrerassistenzsystem
7	Datenverarbeitungseinheit
100	Verfahren zur Analyse eines Sensordatenstroms
S1-S9	Verfahrensschritte
A	Ausgangssignal
B	Abschnitt des Sensordatenstroms
C	Cluster
D	Sensordatenstrom
S	Schablone
dX	transversaler Abstand
dX _{start}	transversaler Startabstand
dX _{end}	transversaler Endabstand

Patentansprüche

1. Verfahren (100) zur Analyse eines Sensordatenstroms (D), der ein Fahrzeugumfeld charakterisiert, in Bezug auf ein Vorliegen von Verkehrsszenarien, aufweisend die folgenden Arbeitsschritte:
 - Ermitteln (S5) eines Ähnlichkeitsmaßes, welches den Grad an Übereinstimmung zwischen einem Abschnitt (B) des Sensordatenstroms (D) und wenigstens einer in einer Datenbank (4) gespeicherten Schablone (S) angibt, durch Abbilden des Abschnitts (B) des Sensordatenstroms (D) auf die wenigstens eine Schablone (S), vorzugsweise mittels dynamischer Zeitnormierung, wobei die Schablone (S) ein bekanntes Verkehrsszenario charakterisiert; und
 - Zuordnen (S7) des bekannten Verkehrsszenarios zu dem Abschnitt (B) des Sensordatenstroms (D), wenn das Ähnlichkeitsmaß ein vorgegebenes Ähnlichkeitskriterium erfüllt.
2. Verfahren (100) nach Anspruch 1, wobei der Abschnitt (B) des Sensordatenstroms (D) beim Zuordnen zu dem bekannten Verkehrsszenario in der Datenbank (4) gespeichert wird.
3. Verfahren (100) nach Anspruch 2, des Weiteren aufweisend den folgenden Arbeitsschritt:
 - Speichern (S4) des Abschnitts (B) des Sensordatenstroms (D) als weitere Schablone in der Datenbank (4), wenn das Ähnlichkeitsmaß das vorgegebene Ähnlichkeitskriterium nicht erfüllt.
4. Verfahren (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, des Weiteren aufweisend die folgenden Arbeitsschritte:
 - Prüfen (S3), ob wenigstens eine Schablone (S) in der Datenbank (4) gespeichert ist; und
 - Hinzufügen (S4) des Abschnitts (B) des Sensordatenstroms (D) als Schablone (S) in die Datenbank (4) in Abhängigkeit des Ergebnisses der Prüfung.
5. Verfahren (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, des Weiteren aufweisend den folgenden Arbeitsschritt:

- Anpassen (S9) der Schablone (S), wenn das Ähnlichkeitsmaß gleichzeitig das vorgegebene Ähnlichkeitskriterium und ein vorgegebenes Anpassungskriterium erfüllt.
6. Verfahren (100) nach Anspruch 5, wobei beim Anpassen der Schablone (S) alle dem bekannten Verkehrsszenario zugeordneten, insbesondere zuvor in der Datenbank (4) gespeicherten, Abschnitte (B) des Sensordatenstroms (D) durch dynamische Zeitnormierung gemittelt werden.
 7. Verfahren (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei das vorgegebene Ähnlichkeitskriterium erfüllt ist, wenn das Ähnlichkeitsmaß einen vorgegebenen Ähnlichkeitsschwellenwert unterschreitet.
 8. Verfahren (100) nach Anspruch 5, wobei das vorgegebene Anpassungskriterium erfüllt ist, wenn das Ähnlichkeitsmaß einen von dem Ähnlichkeitskriterium, insbesondere von dem Ähnlichkeitsschwellenwert, abhängigen Anpassungsschwellenwert überschreitet.
 9. Verfahren (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, des Weiteren aufweisend den folgenden Arbeitsschritt:
 - Vorgeben des Ähnlichkeitskriteriums, insbesondere des Ähnlichkeitsschwellenwerts, auf Basis eines Vergleichs mehrerer, insbesondere aller, Ähnlichkeitsmaße untereinander, die bei der Abbildung, insbesondere durch dynamische Zeitnormierung, zumindest von dem bekannten Verkehrsszenario zugeordneten, insbesondere in der Datenbank (4) gespeicherten, Abschnitten (B) des Sensordatenstroms (D) ermittelt werden.
 10. Verfahren (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei mehrere Ähnlichkeitsmaße durch Abbilden des Abschnitts (B) des Sensordatenstroms (D) auf jeweils eine von mehreren in der Datenbank (4) gespeicherten Schablonen (S), von denen jede jeweils ein anderes bekanntes Verkehrsszenario charakterisiert, ermittelt werden, und der Abschnitt (B) des Sensordatenstroms (D) zu dem bekannten Verkehrsszenario auf Basis eines Vergleichs der mehreren ermittelten Ähnlichkeitsmaße untereinander zugeordnet wird.

11. Verfahren (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei der Sensordatenstrom (D) wenigstens einen Abstand von zwei Verkehrsteilnehmern des Verkehrsszenarios zueinander charakterisiert.
12. Verfahren (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei der Sensordatenstrom (D) von einer Sensoreinrichtung (5) eines Fahrzeugs während dem Betrieb des Fahrzeugs bereitgestellt wird.
13. Verfahren (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, des Weiteren aufweisend den folgenden Arbeitsschritt:
 - Auswählen (S2) des Abschnitts (B) aus dem Sensordatenstrom (D), wobei ein Anfang des Abschnitts (B) des Sensordatenstroms (D) und/oder ein Ende des Abschnitts (B) des Sensordatenstroms (D) in der Weise ausgewählt werden, dass der Anfang des Abschnitts (B) des Sensordatenstroms (D) und das Ende des Abschnitts (B) des Sensordatenstroms (D) durch eine vorgegebene Zeitdauer voneinander beabstandet sind.
14. Verfahren (100) nach Anspruch 12, wobei wenigstens das Auswählen des Abschnitts (B) des Sensordatenstroms (D), das Ermitteln des Ähnlichkeitsmaßes und das Zuordnen des Abschnitts (B) des Sensordatenstroms (D) wiederholt ausgeführt werden und beim wiederholten Auswählen des Abschnitts (B) des Sensordatenstroms (D) der Anfang und/oder das Ende des Abschnitts (B) des Sensordatenstroms (D) in der Weise ausgewählt wird bzw. werden, dass der Abschnitt (B) des Sensordatenstroms (D) höchstens zur Hälfte mit einem zuvor ausgewählten Abschnitt (B) des Sensordatenstroms (D) überlappt.
15. Vorrichtung (1) zur Analyse eines Sensordatenstroms (D), der ein Fahrzeugumfeld charakterisiert, in Bezug auf ein Vorliegen von Verkehrsszenarien, aufweisend:
 - ein Verarbeitungsmodul (2), welches dazu eingerichtet ist, ein Ähnlichkeitsmaß, welches den Grad an Übereinstimmung zwischen einem Abschnitt (B) des Sensordatenstroms (D) und wenigstens einer in einer Datenbank (4) gespeicherten Schablone (S) angibt, durch Abbilden des Abschnitts (B) des Sensordatenstroms (D) auf die wenigstens eine Schablone (S), vorzugsweise mittels dyna-

- mischer Zeitnormierung, zu ermitteln, wobei die Schablone (S) ein bekanntes Verkehrsszenario charakterisiert;
- ein Zuordnungsmodul (3), welches dazu eingerichtet ist, das bekannte Verkehrsszenario dem Abschnitt (B) des Sensordatenstroms (D) zuzuordnen, wenn das Ähnlichkeitsmaß ein vorgegebenes Ähnlichkeitskriterium erfüllt.
16. Verfahren zum Führen eines Fahrzeugs auf Grundlage eines Sensordatenstroms (D) mittels eines Fahrerassistenzsystems (6), wobei der Sensordatenstrom (D) mittels des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 14 analysiert wird.

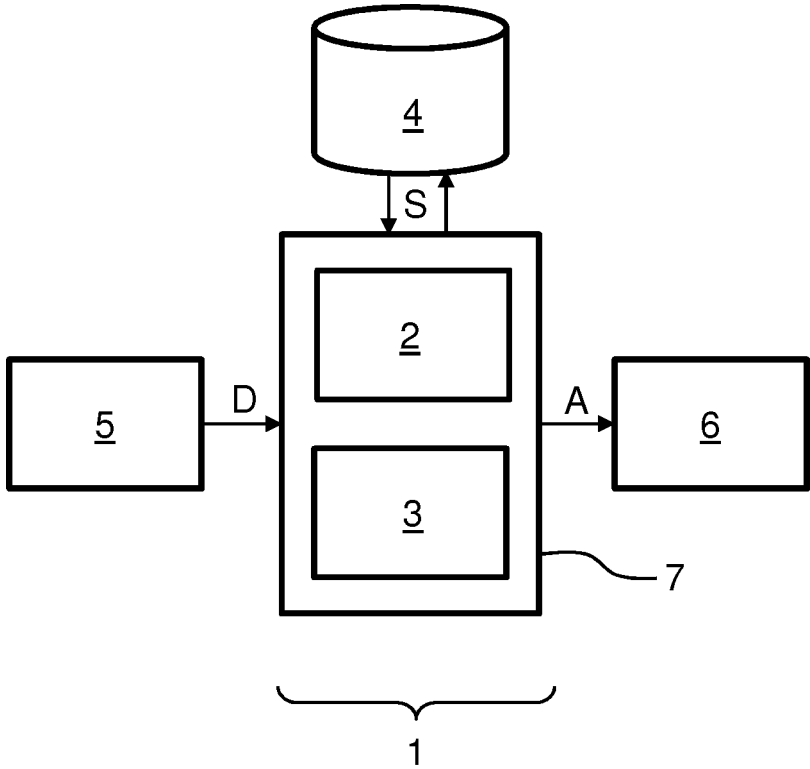


Fig. 1

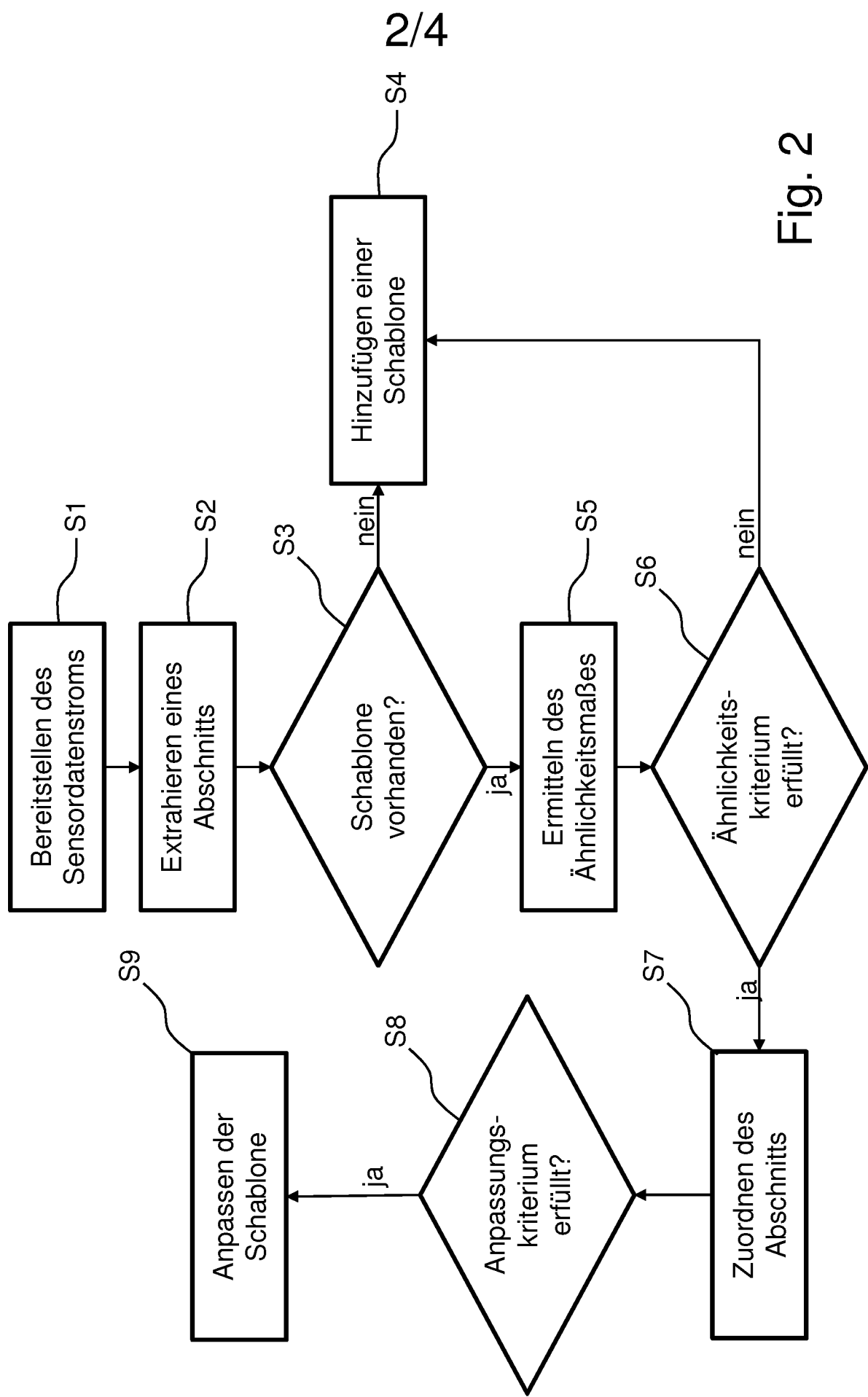


Fig. 2

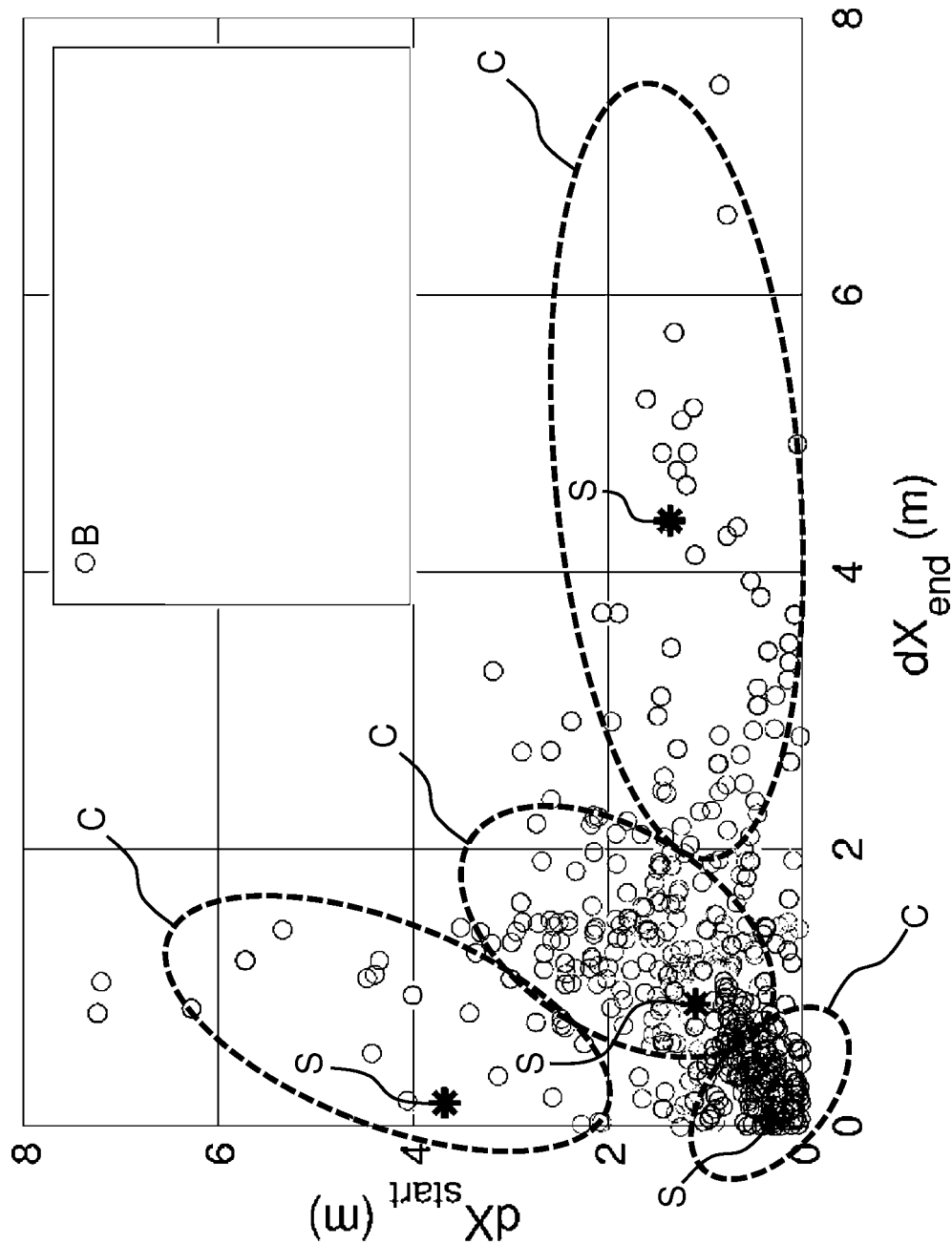


Fig. 3

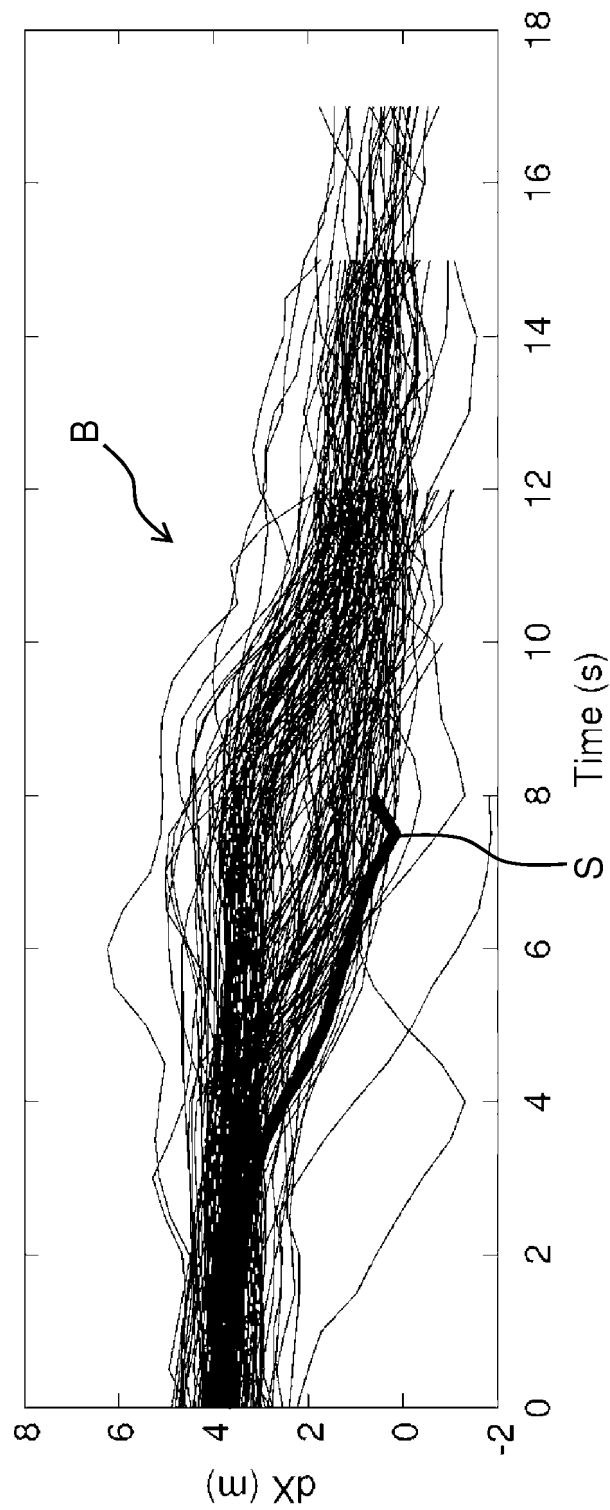


Fig. 4

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:
G06K 9/00 (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:
G06K 9/00791 (2013.01); **G06K 9/00624** (2019.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):
G06K

Konsultierte Online-Datenbank:
EPODOC, PATENW, XPI3E

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **24.09.2018** eingereichten Ansprüchen **1 - 16** erstellt.

Kategorie*)	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	Derick A Johnson, Mohan M Trivedi, 'Driving style recognition using a Smartphone as a sensor platform', Intelligent Transportation Systems (ITSC), 2011 14th International IEEE Conference, 2011-10-05, p. 1609 - 1615, XP032023473, ISBN 978-1-4577-2198-4, doi:10.1109/ITSC.2011.6083078 gesamtes Dokument	1 - 16
X	Tan Senyuan et al., 'Riding Quality Evaluation through mobile crowd sensing', 2016 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications (PerCom), 2016-03-14, p. 1 - 6, XP032893595, doi:10.1109/PERCOM.2016.7456517 gesamtes Dokument	1 - 16
X	Camalica Zehra et al., 'Feature abstraction for Driver behaviour detection with stacked sparse auto-decoders', 2016 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC), 2016-10-09, p. 3299 - 3304, XP033060647, doi:10.1109/SMC.2016.7844743 gesamtes Dokument	1 - 16
X	Bose Beepa et al., 'D&RSense: Detection of Driving Patterns and Road Anomalies', 2018 3rd International Conference On Internet of Things: Smart Innovation and Usages (IoT-SIU), 2018-02-23, p. 1 - 7, XP033439266, doi:10.1109/IoT-SIU.2018.8519861 gesamtes Dokument	1 - 16
X	Taherizadeh Salman et al., 'Real-Time Data-Intensive Telematics Functionalities at the Extreme Edge of the Network: Experience with the PreStoCloud Project', 2017 IEEE 41st Annual Computer Software and Applications Conference (COMPSAC), 23-07-2018, p. 522 - 527, XP033409754, ISBN 978-1-5386-2667-2, doi:10.1109/COMPSAC.2018.10288 gesamtes Dokument	1 - 16
X	KR 20140097669 A (NAT UNIV KUNSAN IACF [KR]) 07. August 2014	1 - 16
Datum der Beendigung der Recherche: 10.05.2019		Seite 1 von 2
		Prüfer(in): ENGLISCH Martin

*) Kategorien der angeführten Dokumente:

- X** Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y** Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für einen Fachmann naheliegend** ist.

- A** Veröffentlichung, die den allgemeinen **Stand der Technik** definiert.
- P** Dokument, das von **Bedeutung** ist (Kategorien X oder Y), jedoch **nach dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.
- E** Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie X), aus dem ein „**älteres Recht**“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
- &** Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.

Kategorie*)	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	(07.08.2014) Zusammenfassung; Absätze [0001], [0042] - [0046], [0050] CN 107358678 A (UNIV BEIHANG, BORAD SENSE SHENZZHEN INFORMATION TECH CO LTD) 17. November 2017 (17.11.2017) Absatz [0007]	1 - 16

05. Dezember 2019**Patentansprüche**

1. Verfahren (100) zur Analyse eines Sensordatenstroms (D), der ein Fahrzeugumfeld charakterisiert, in Bezug auf ein Vorliegen von Verkehrsszenarien, aufweisend die folgenden Arbeitsschritte:
 - Ermitteln (S5) eines Ähnlichkeitsmaßes, welches den Grad an Übereinstimmung zwischen einem Abschnitt (B) des Sensordatenstroms (D) und wenigstens einer in einer Datenbank (4) gespeicherten Schablone (S) angibt, durch Abbilden des Abschnitts (B) des Sensordatenstroms (D) auf die wenigstens eine Schablone (S), vorzugsweise mittels dynamischer Zeitnormierung, wobei die Schablone (S) ein bekanntes Verkehrsszenario charakterisiert; und
 - Zuordnen (S7) des bekannten Verkehrsszenarios zu dem Abschnitt (B) des Sensordatenstroms (D), wenn das Ähnlichkeitsmaß ein vorgegebenes Ähnlichkeitskriterium erfüllt,wobei der Sensordatenstrom (D) wenigstens einen Abstand von zwei Verkehrsteilnehmern des Verkehrsszenarios zueinander charakterisiert.
2. Verfahren (100) nach Anspruch 1, wobei der Abschnitt (B) des Sensordatenstroms (D) beim Zuordnen zu dem bekannten Verkehrsszenario in der Datenbank (4) gespeichert wird.
3. Verfahren (100) nach Anspruch 2, des Weiteren aufweisend den folgenden Arbeitsschritt:
 - Speichern (S4) des Abschnitts (B) des Sensordatenstroms (D) als weitere Schablone in der Datenbank (4), wenn das Ähnlichkeitsmaß das vorgegebene Ähnlichkeitskriterium nicht erfüllt.
4. Verfahren (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, des Weiteren aufweisend die folgenden Arbeitsschritte:
 - Prüfen (S3), ob wenigstens eine Schablone (S) in der Datenbank (4) gespeichert ist; und
 - Hinzufügen (S4) des Abschnitts (B) des Sensordatenstroms (D) als Schablone (S) in die Datenbank (4) in Abhängigkeit des Ergebnisses der Prüfung.

05. Dezember 2019

5. Verfahren (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, des Weiteren aufweisend den folgenden Arbeitsschritt:
 - Anpassen (S9) der Schablone (S), wenn das Ähnlichkeitsmaß gleichzeitig das vorgegebene Ähnlichkeitskriterium und ein vorgegebenes Anpassungskriterium erfüllt.
6. Verfahren (100) nach Anspruch 5, wobei beim Anpassen der Schablone (S) alle dem bekannten Verkehrsszenario zugeordneten, insbesondere zuvor in der Datenbank (4) gespeicherten, Abschnitte (B) des Sensordatenstroms (D) durch dynamische Zeitnormierung gemittelt werden.
7. Verfahren (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei das vorgegebene Ähnlichkeitskriterium erfüllt ist, wenn das Ähnlichkeitsmaß einen vorgegebenen Ähnlichkeitsschwellenwert unterschreitet.
8. Verfahren (100) nach Anspruch 5, wobei das vorgegebene Anpassungskriterium erfüllt ist, wenn das Ähnlichkeitsmaß einen von dem Ähnlichkeitskriterium, insbesondere von dem Ähnlichkeitsschwellenwert, abhängigen Anpassungsschwellenwert überschreitet.
9. Verfahren (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, des Weiteren aufweisend den folgenden Arbeitsschritt:
 - Vorgeben des Ähnlichkeitskriteriums, insbesondere des Ähnlichkeitsschwellenwerts, auf Basis eines Vergleichs mehrerer, insbesondere aller, Ähnlichkeitsmaße untereinander, die bei der Abbildung, insbesondere durch dynamische Zeitnormierung, zumindest von dem bekannten Verkehrsszenario zugeordneten, insbesondere in der Datenbank (4) gespeicherten, Abschnitten (B) des Sensordatenstroms (D) ermittelt werden.
10. Verfahren (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei mehrere Ähnlichkeitsmaße durch Abbilden des Abschnitts (B) des Sensordatenstroms (D) auf jeweils eine von mehreren in der Datenbank (4) gespeicherten Schablonen (S), von denen jede jeweils ein anderes bekanntes Verkehrsszenario charakterisiert, ermittelt werden, und der Abschnitt (B) des Sensordatenstroms (D) zu dem bekannten

05. Dezember 2019

Verkehrsszenario auf Basis eines Vergleichs der mehreren ermittelten Ähnlichkeitsmaße untereinander zugeordnet wird.

11. Verfahren (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei der Sensordatenstrom (D) von einer Sensoreinrichtung (5) eines Fahrzeugs während dem Betrieb des Fahrzeugs bereitgestellt wird.
12. Verfahren (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, des Weiteren aufweisend den folgenden Arbeitsschritt:
 - Auswählen (S2) des Abschnitts (B) aus dem Sensordatenstrom (D), wobei ein Anfang des Abschnitts (B) des Sensordatenstroms (D) und/oder ein Ende des Abschnitts (B) des Sensordatenstroms (D) in der Weise ausgewählt werden, dass der Anfang des Abschnitts (B) des Sensordatenstroms (D) und das Ende des Abschnitts (B) des Sensordatenstroms (D) durch eine vorgegebene Zeitdauer voneinander beabstandet sind.
13. Verfahren (100) nach Anspruch 11, wobei wenigstens das Auswählen des Abschnitts (B) des Sensordatenstroms (D), das Ermitteln des Ähnlichkeitsmaßes und das Zuordnen des Abschnitts (B) des Sensordatenstroms (D) wiederholt ausgeführt werden und beim wiederholten Auswählen des Abschnitts (B) des Sensordatenstroms (D) der Anfang und/oder das Ende des Abschnitts (B) des Sensordatenstroms (D) in der Weise ausgewählt wird bzw. werden, dass der Abschnitt (B) des Sensordatenstroms (D) höchstens zur Hälfte mit einem zuvor ausgewählten Abschnitt (B) des Sensordatenstroms (D) überlappt.
14. Vorrichtung (1) zur Analyse eines Sensordatenstroms (D), der ein Fahrzeugumfeld charakterisiert, in Bezug auf ein Vorliegen von Verkehrsszenarien, aufweisend:
 - ein Verarbeitungsmodul (2), welches dazu eingerichtet ist, ein Ähnlichkeitsmaß, welches den Grad an Übereinstimmung zwischen einem Abschnitt (B) des Sensordatenstroms (D) und wenigstens einer in einer Datenbank (4) gespeicherten Schablone (S) angibt, durch Abbilden des Abschnitts (B) des Sensordaten-

05. Dezember 2019

- stroms (D) auf die wenigstens eine Schablone (S), vorzugsweise mittels dynamischer Zeitnormierung, zu ermitteln, wobei die Schablone (S) ein bekanntes Verkehrsszenario charakterisiert;
- ein Zuordnungsmodul (3), welches dazu eingerichtet ist, das bekannte Verkehrsszenario dem Abschnitt (B) des Sensordatenstroms (D) zuzuordnen, wenn das Ähnlichkeitsmaß ein vorgegebenes Ähnlichkeitskriterium erfüllt, wobei der Sensordatenstrom (D) wenigstens einen Abstand von zwei Verkehrsteilnehmern des Verkehrsszenarios zueinander charakterisiert.
15. Verfahren zum Führen eines Fahrzeugs auf Grundlage eines Sensordatenstroms (D) mittels eines Fahrerassistenzsystems (6), wobei der Sensordatenstrom (D) mittels des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 13 analysiert wird.