



(19)
 Bundesrepublik Deutschland
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2007 015 227 A1** 2008.10.02

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2007 015 227.4**

(22) Anmeldetag: **29.03.2007**

(43) Offenlegungstag: **02.10.2008**

(51) Int Cl.⁸: **G01C 21/28** (2006.01)

G08G 1/09 (2006.01)

B60W 30/12 (2006.01)

G06N 3/02 (2006.01)

(71) Anmelder:

Continental Automotive GmbH, 30165 Hannover, DE

(72) Erfinder:

**Gabler, Dietrich, 63500 Seligenstadt, DE;
 Karlhuber-Voeckl, Peter, Linz, AT; Kitzmüller,
 Christian, Luftenberg, AT; Rietzler, Peter, Linz, AT**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:

DE 103 27 869 A1

DE 100 09 850 A1

DE 693 18 898 T2

US 64 87 500 B2

US2004/02 15 377 A1

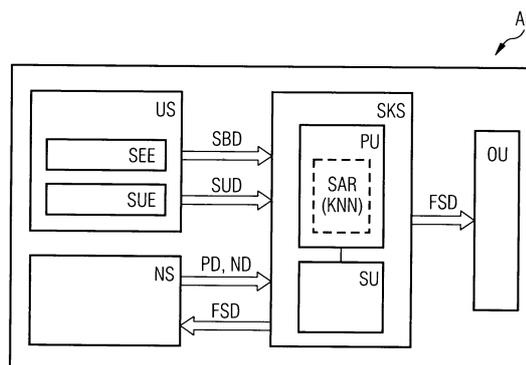
US 63 51 711 B1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Anordnung zur näherungsweise Bestimmung einer von einem Fahrzeug aktuell befahrenen Fahrspur**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Anordnung zur näherungsweise Bestimmung einer von einem Fahrzeug (KF1) aktuell befahrenen Fahrspur (F2) einer Fahrbahn (FB) mit mehreren für dieselbe Fahrtrichtung vorgesehenen Fahrspuren (F1-F3), bei dem über ein Navigationssystem (NS) Positions- und/oder Navigationsdaten (PD, ND), über eine Spurerfassungseinheit (SEE) die das Fahrzeug (KF1) umgebenden Fahrspurmarkierungen (FBM1-FBM4) in Form von Spurbegrenzungsdaten (SBD) sowie über eine Spurüberwachungseinheit (SUE) andere das Fahrzeug (KF1) umgebende Verkehrsteilnehmer (KF2, KF3) in Form von Spurüberwachungsdaten (SUD) erfasst werden. Vorteilhaft wird mittels eines zumindest eine Eingabeschicht (IL), eine Aktivierungsschicht (HL) und eine Ausgabeschicht (OL) aufweisenden künstlichen neuronalen Netzwerks (KNN) die von dem Fahrzeug (KF1) aktuell befahrene Fahrspur (F2) näherungsweise ermittelt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und Anordnung zur näherungsweise Bestimmung einer von einem Fahrzeug aktuell befahrenen Fahrspur gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 und 16.

[0002] Navigationssysteme für Kraftfahrzeuge, die anhand von Straßenkartendaten und Satellitennavigationssignalen bzw. „Global Positioning System“ (GPS) Positionsdaten eine Fahrtroute zwischen einem Start- und einem Zielort bestimmen und den Fahrer entsprechende Zielführungsinformationen geben, sind hinreichend bekannt. Anhand von im Fahrzeug mitgeführten Straßenkartendaten wird durch das Navigationssystem eine Fahrtroute zwischen dem gegenwärtigen Standort und dem Zielort ermittelt. Die Bestimmung des gegenwärtigen Standorts des Fahrzeugs sowie auch eine Positionsbestimmung des Fahrzeugs während der Fahrt erfolgt durch entsprechende Mittel zur Positionsbestimmung. Zusätzlich kann auch auf Signale von im Fahrzeug mitgeführten Sensoreinheiten zurückgegriffen werden.

[0003] Aus der US 6,446,000 B2 ist beispielsweise ein Navigationssystem bekannt, bei dem zusätzlich Informationen über die verfügbaren Fahrspuren einer mehrspurigen Straße in einem Kreuzungsbereich im System hinterlegt sind. Dem Fahrer wird hierbei eine Empfehlung gegeben, auf welcher der Fahrspuren er fahren soll. Die Ausgabe dieser Fahrinformation erfolgt unabhängig davon, auf welcher Fahrspur sich das Fahrzeug aktuell befindet.

[0004] Aus der EP 0 740 163 A2 ist ein Gerät zur lokalen Positionsbestimmung eines Kraftfahrzeugs bekannt. Das Gerät weist eine Erfassungseinrichtung auf, mit der der Straßenverlauf vor dem Fahrzeug erfasst wird. Dies erfolgt insbesondere anhand von Fahrbahnmarkierungen. Weiterhin weist das Gerät eine Einrichtung zum Empfang und zur Verarbeitung von Satellitennavigationssignalen auf. Mit diesen Informationen wird die aktuelle Position des Fahrzeuges bestimmt. Das Positionierungsgerät kann weiterhin Informationen von einem Navigationssystem erhalten. Das Positionsgerät erkennt insbesondere Kurven im Straßenverlauf. Die Signale des Positionierungsgerätes werden einer elektronischen Motorsteuereinheit zugeführt, die anhand der erhaltenen Signale Eingriffe in den Betrieb des Motors vornimmt.

[0005] Aus der DE 199 21 437 A1 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Ermittlung der Position eines Fahrzeugs auf einer Straße bekannt. Zur Positionsbestimmung werden Straßengeometriedaten sowie Wegdaten des Fahrzeugs ermittelt und durch Vergleich der Straßengeometriedaten mit den Wegdaten wird die Position des Fahrzeugs auf der Straße bestimmt. Die Straßengeometriedaten betreffen ins-

besondere Fahrspuren der Straße. Mit dem Verfahren kann eine Zuordnung des Fahrzeugs zu einer Fahrspur erfolgen. Die Straßengeometriedaten werden mithilfe von am Fahrzeug angebrachten optischen Sensoren erfasst.

[0006] Ein Sicherheitssystem für Kraftfahrzeuge ist aus dem "Kraftfahrtechnischen Taschenbuch" der Robert Bosch GmbH (Herausgeber), 24. Auflage, Braunschweig/Wiesbaden 2002, Seite 898 bis 900 bekannt, bei dem der Raum um ein Fahrzeug ganz oder teilweise mithilfe geeigneter Sensoren, insbesondere Radarsensoren, erfasst wird. Somit lassen sich Gegenstände oder andere Fahrzeuge im so genannten „toten Winkel“ erfassen.

[0007] Nachteilig treten bei den beschriebenen Systemen und Verfahren zur Bestimmung einer von einem Fahrzeug aktuell befahrenen Fahrspur bei der Ermittlung der Positions- und Fahrspurinformationen häufig Erfassungsfehler auf, die eine zuverlässige Bestimmung der aktuellen Fahrspur behindern. Auch wird durch derartige Systeme fehlerhafter Weise beispielsweise der Wechsel von einem Beschleunigungstreifen einer Autobahn auf die eigentliche Fahrspur als Fahrspurwechsel interpretiert und dem Fahrer angezeigt.

[0008] Ausgehend vom beschriebenen Stand der Technik ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren und eine zugehörige Anordnung zur näherungsweise Bestimmung einer von einem Fahrzeug aktuell befahrenen Fahrspur anzugeben, über welche(s) zuverlässig und schnell die aktuelle Fahrspur zumindest näherungsweise bestimmt werden kann.

[0009] Die Aufgabe wird ausgehend vom Oberbegriff des Patentanspruches 1 und 16 jeweils durch dessen kennzeichnende Merkmale gelöst. Vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung sind den abhängigen Ansprüchen zu entnehmen.

[0010] Der wesentliche Aspekt des erfindungsgemäßen Verfahrens ist darin zu sehen, dass mittels einem zumindest eine Eingabeschicht, eine Aktivierungsschicht und eine Ausgabeschicht aufweisenden künstlichen neuronalen Netzwerkes die von dem Fahrzeug aktuell befahrene Fahrspur näherungsweise ermittelt wird. Besonders vorteilhaft können durch schlechte Sichtverhältnisse oder schlechte Fahrbahnverhältnisse bedingte fehlerbehaftete Spurbegrenzungsdaten oder durch veraltete Kartendaten bedingte fehlerbehaftete Positions- und/oder Navigationsdaten durch die Verwendung eines künstlichen neuronalen Netzwerkes ausgeglichen werden und dadurch eine zuverlässige Schätzung der aktuellen befahrenen Fahrspur gewährleistet werden. Insbesondere werden hierbei beispielsweise Änderungen der aktuell befahrenen Fahrspur, die nicht durch ei-

nen physikalischen Spurwechsel bedingt sind, beispielsweise das Auffahren auf eine Autobahn über den Beschleunigungsstreifen oder das Abbiegen in eine Fahrbahn mit mehreren Fahrspuren von beispielsweise einer einspurigen Fahrbahn frühzeitig und zuverlässig durch das Spurerkennungssystem erkannt.

[0011] Weiterhin vorteilhaft werden von den Positions- und/oder Navigationsdaten, Spurbegrenzungsdaten und/oder Spurüberwachungsdaten eine Vielzahl von Eingabeparametern abgeleitet, welche der Eingabeschicht des künstlichen neuronalen Netzwerkes zugeführt werden, die mittels unterschiedlicher die Aktivierungsschicht bildenden Aktivierungsfunktionen miteinander verknüpft werden und das Ergebnis der Verknüpfung in Form von Ausgabeparametern ausgegeben wird, wobei die Ausgabeparameter jeweils den Grad der Wahrscheinlichkeit angeben, mit welcher das Fahrzeug sich aktuell auf einer der Fahrspuren der Fahrbahn befindet.

[0012] Als Spurbegrenzungsdaten werden besonders vorteilhaft die links und/oder rechts vom Fahrzeug befindliche Fahrspurmarkierung, die Fahrspurbreite, der Versatz von der Mitte der aktuellen Fahrspur und/oder die Position des Fahrzeuges innerhalb der Fahrspur direkt oder indirekt ermittelt.

[0013] Ferner werden als Spurüberwachungsdaten solche Verkehrsteilnehmer, insbesondere Fahrzeuge erfasst, die sich in einer zur aktuellen Fahrspur benachbarten Fahrspur hinter oder neben dem Fahrzeug, insbesondere im rechten und/oder linken „toten“ Winkelbereichs des Fahrzeuges befinden, wobei besonders vorteilhaft zusätzlich die Geschwindigkeit und/oder die Entfernung der auf den benachbarten Fahrspuren befindlichen Verkehrsteilnehmer, insbesondere Fahrzeuge ermittelt werden kann.

[0014] Weiterhin vorteilhaft werden die Navigationsdaten von den im Navigationssystem hinterlegten digitalen Kartendaten direkt oder indirekt abgeleitet werden, und zwar werden als Navigationsdaten die Anzahl der Fahrspuren der aktuellen Fahrbahn, der Straßentyp und/oder eine vorliegende Fahrtrichtungsbeschränkungen direkt abgeleitet und die die aktuelle Position des Fahrzeuges auf einer Beschleunigungs-, Ausfahrts- oder Abbiegespur oder in einem Kreuzungsbereich und/oder die Anzahl der befahrbaren Fahrspuren in einem Kreuzungsbereich und/oder die in einem Kreuzungsbereich verfügbaren nach links bzw. rechts abzweigenden befahrbaren Fahrspuren angegebenden Navigationsdaten indirekt abgeleitet.

[0015] Zusätzlich als Navigationsdaten der Fahrspurtyp sowie die jeweils um Einbiege- und Abbiegespuren erweiterte Anzahl der Fahrspuren und/oder die Verknüpfung von mehreren Fahrspuren beim

Übergang zwischen zumindest zwei eine unterschiedliche Anzahl von Fahrspuren aufweisenden Straßenabschnitten ermittelt werden.

[0016] Weiterhin vorteilhaft werden als Aktivierungsfunktionen verschiedene Funktionstypen, insbesondere eine nicht-lineare Funktion oder eine stückweise lineare Funktion oder eine Sprungfunktion verwendet, wobei eine besonders effiziente Bestimmung der vom Fahrzeug aktuell befahrenen Fahrspur bei Verwendung einer Logistischen, TanH- und/oder Sinus-Funktion erreicht wird.

[0017] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels in der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

[0018] [Fig. 1](#) beispielhaft in einem schematischen Blockschaltbild eine Anordnung zur näherungsweise Bestimmung der von einem Fahrzeug aktuell befahrenen Fahrspur,

[0019] [Fig. 2](#) beispielhaft die logische Struktur des zur näherungsweise Bestimmung der aktuell befahrenen Fahrspur vorgesehenen künstlichen neuronalen Netzwerkes und

[0020] [Fig. 3](#) beispielhaft eine schematische Draufsicht auf eine drei Fahrspuren aufweisende Fahrbahn mit jeweils einem darauf befindlichen Fahrzeug.

[0021] In [Fig. 3](#) ist beispielsweise eine Fahrbahn FB mit einer ersten bis dritten Fahrspur F1 bis F3 gezeigt. Hierbei befindet sich ein erstes Fahrzeug KF1 auf der zweiten, mittleren Fahrspur F2, gefolgt von einem zweiten Fahrzeug KF2 auf der ersten, links von der zweiten Fahrspur F2 befindlichen Fahrspur F1 und einem dritten Fahrzeug KF3 auf der dritten, rechts von der zweiten Fahrspur F2 befindlichen Fahrspur F3. Die einzelnen Fahrspuren F1–F3 sind hierbei mittels erster bis vierter Fahrspurmarkierungen FSM1–FSM4 gekennzeichnet und zur Fortbewegung in derselben Fahrtrichtung vorgesehenen.

[0022] [Fig. 1](#) zeigt beispielhaft ein schematisches Blockschaltbild einer beispielsweise im ersten Fahrzeug KF1 befindlichen Anordnung AN zur näherungsweise Bestimmung der von einem Fahrzeug KF1 aktuell befahrenen zweiten Fahrspur F2. Die Anordnung AN weist beispielsweise eine Umgebungssensorikeinheit US sowie ein an sich aus dem Stand der Technik bekanntes Navigationssystem NS auf, welche jeweils mit einem Spurerkennungssystem SKS verbunden sind. Das Spurerkennungssystem SKS weist beispielsweise eine Proessoreinheit PU und zumindest eine Speichereinheit SU auf, wobei in der Proessoreinheit PU zumindest eine Steuer- und Auswerterroutine SAR ausgeführt wird, welche zumindest teilweise die logische Struktur eines künstlichen neuronalen Netzwerkes KNN aufweist. Das

künstliche neuronale Netzwerk KNN ist zur näherungsweisen Bestimmung der aktuell befahrenen Fahrspur F2 in Form von Fahrspurdaten FSD vorgesehen.

[0023] Zur Ausgabe der durch die Steuer- und Auswerterroutine SAR ermittelten Fahrspurdaten FSD, insbesondere der aktuell befahrenen Fahrspur F2 ist zumindest eine Ausgabeeinheit OU vorgesehen, welche beispielsweise durch optische, haptische oder akustische Ausgabemittel gebildet sein kann. Alternativ können die ermittelten Fahrspurdaten FSD an das Navigationssystem NS zur Weiterverarbeitung übertragen werden.

[0024] Die Umgebungssensorikeinheit US kann beispielsweise durch eine Spurerfassungseinheit SEE („Lane Departure Warning“-Einheit) und eine Spurüberwachungseinheit SUE („Blind-Spot-Detection“-Einheit) gebildet sein. Die Spurerfassungseinheit SEE weist zumindest eine in den Figuren nicht dargestellte Kameraeinheit auf, mit der die Fahrbahn FB vor dem ersten Fahrzeug KF1 in Form von Bilddaten BD aufgezeichnet wird. Die Bilddaten BD können beispielsweise über eine in der Spurerfassungseinheit SEE vorgesehene Bildverarbeitungsroutine (nicht in den Figuren dargestellt) ausgewertet werden und in Form von Spurbegrenzungsdaten SED bereitgestellt werden.

[0025] Im vorliegenden Ausführungsbeispiel werden die durch die Spurerfassungseinheit SEE ermittelten Spurbegrenzungsdaten SED an das Spurerkennungssystem SKS übertragen, welche von der durch das erste Fahrzeug FK1 aktuell befahrenen zweiten Fahrspur F2 abhängig sind. Alternativ kann die Spurerfassungseinheit SEE lediglich zur Erfassung der Bilddaten BD ausgebildet sein und die Auswertung der erfassten Bilddaten BD jedoch über die in der Prozesseinheit PU des Spurerkennungssystem SKS ausgeführten Steuer- u. Auswerterroutine SAR erfolgen.

[0026] Über die beschriebene Spurerfassungseinheit SEE können somit beispielsweise folgende Spurbegrenzungsdaten SED direkt oder indirekt ermittelt werden, und zwar die links und/oder rechts vom Fahrzeug KF1 befindliche Fahrspurmarkierung FSM2, FSM3, die Fahrspurbreite FSB, der Versatz von der Mitte der aktuellen Fahrspur F2 und/oder die Position des Fahrzeuges KF1 innerhalb der Fahrspur FB („mittig“, „Tendenz nach Links/Rechts“, „Überqueren der linken/rechten Fahrspurmarkierung FSM2, FSM3“). Die Spurbegrenzungsdaten SED werden einzeln oder in Kombination als Eingabeparameter I1–Im des künstlichen neuronalen Netzwerks KNN verwendet.

[0027] Die Spurüberwachungseinheit SUE ist durch ein in oder am ersten Fahrzeug KF1 vorgesehenes

Sensorsystem bestehend aus beispielsweise mehreren optischen Sensoren und/oder Radarsensoren gebildet, welche beispielsweise zur Überwachung des jeweils seitlichen Umgebungsbereiches eines Fahrzeuges KF2, insbesondere des rechten und/oder linken „toten“ Winkelbereichs TWL, TWR vorgesehen sind. Derartige Überwachungssysteme sind als Einzelsysteme aus dem Stand der Technik bekannt und können beispielsweise mit dem oben beschriebenen Navigationssystem NS zusammenwirken.

[0028] Durch die Spurüberwachungseinheit SUE werden Spurüberwachungsdaten SUD bereitgestellt, welche ebenfalls an das Spurerkennungssystem SKS übertragen werden. Beispielsweise werden als Spurüberwachungsdaten SUD solche Verkehrsteilnehmer, insbesondere Fahrzeuge KF2, KF3 erfasst, die sich in einer zur aktuellen Fahrspur F2 benachbarten Fahrspur F1, F3 hinter oder neben dem Fahrzeug KF1, insbesondere im rechten und/oder linken „toten“ Winkelbereichs TWL, TWR befinden. Auch kann die Spurüberwachungseinheit SUE zur Erfassung der Geschwindigkeit und/oder der Entfernung der auf den benachbarten Fahrspuren F1, F3 befindlichen Verkehrsteilnehmer, insbesondere weiteren Fahrzeugen KF2, KF3 eingerichtet sein. Die genannten Spurüberwachungsdaten SUD können ebenfalls als Eingabeparametern I1–Im des künstlichen neuronalen Netzwerks KNN verwendet werden.

[0029] Durch das Navigationssystem NS können in an sich bekannter Weise Positionsdaten PD, insbesondere GPS-Positionsdaten bereitgestellt werden, welche die aktuelle Position des Fahrzeuges KF1 in einem standardisierten Koordinatensystem wiedergeben. Durch Auswertung von im Navigationssystem NS hinterlegten digitalen Kartendaten KD können abhängig vom aktuellen Standort direkt oder indirekt zusätzliche Informationen ermittelt werden, welche ebenfalls vom Navigationssystem NS in Form von Navigationsdaten ND an das Spurerkennungssystem SKS übertragen werden.

[0030] Beispielsweise können direkt aus den digitalen Kartendaten KD die Anzahl der Fahrspuren F1–F3 der Fahrbahn FB, der Straßentyp wie „Autobahn“, „Bundesstrasse“, „Ländliche Strasse“, „Strasse im Stadtgebiet“, usw. sowie ggf. vorliegende Fahrtrichtungsbeschränkungen („Einbahnstrasse“ etc.) erfasst werden. Auch ist die Ermittlung von Spurtopologiedaten bestehend aus dem Spurtyp sowie der um Einbiege- und Abbiegespuren erweiterten Spuranzahl und/oder die Verknüpfung von mehreren Fahrspuren beim Übergang zwischen eine unterschiedliche Anzahl von Fahrspuren aufweisenden Straßensegmenten. Mit Ausnahme der erweiterten Spuranzahl werden die geschilderten Spurtopologiedaten zur Kontrolle und ggf. Korrektur der Ausgabeparametern O1–Ox des künstlichen neuronalen Netzwerks KNN verwendet.

[0031] Auch können von den digitalen Kartendaten KD weitere Eingabeparametern I1–Im für das künstliche neuronale Netzwerk KNN abgeleitet werden. Beispielsweise kann ermittelt werden, ob die aktuelle Position des Fahrzeuges KF1 eine Beschleunigungs-, Ausfahrts- oder Abbiegespur oder einen Kreuzungsbereich betrifft. Die Anzahl der befahrbaren Fahrspuren im Kreuzungsbereich bzw. die im Kreuzungsbereich verfügbaren nach links bzw. rechts abzweigenden befahrbare Fahrspuren können ermittelt werden. Unter zusätzlichen Auswertung der digitalen Kartendaten KD kann die geplante Fahrtrichtung im Kreuzungsbereich („links“, „rechts“, „gradeaus“) berechnet werden.

[0032] In [Fig. 2](#) ist beispielhaft die logische Struktur eines derartigen künstlichen neuronalen Netzwerkes KNN dargestellt, über welche näherungsweise die von dem Fahrzeug KF1 aktuell befahrene Fahrspur F2 aus mehreren, für dieselbe Fahrtrichtung vorgesehenen Fahrspuren F1–F3 ermittelt werden kann.

[0033] Das zumindest teilweise die logische Struktur der Steuer- und Auswerterroutine SAR bildende künstliche neuronale Netzwerk KNN kann hierzu beispielsweise die Topologie eines „Feed-Forward“-Netzwerkes aufweisen. In künstlichen neuronalen Netzwerken KNN bezeichnet die Topologie die Struktur des Netzes, d. h. wie viele künstliche Neuronen sich auf wie vielen Schichten („Hidden Layers“) befinden und deren jeweilige Verknüpfung untereinander. Reine „Feed-Forward“-Netzwerke weisen jeweils ausschließlich eine Verbindung einer Schicht mit der nachfolgenden Schicht auf.

[0034] Ein künstliches neuronales Netzwerk weist beispielsweise mehrere Funktionsschichten auf (nicht im Einzelnen in den Figuren dargestellt). Beispielsweise können die Eingabeparameter I1–Im des künstlichen neuronalen Netzwerkes KNN vor Ihrer Weiterverarbeitung, d. h. späteren Aktivierung einer Gewichtung unterzogen werden. Abhängig vom Vorzeichen der Gewichtung kann eine Eingabe hemmend („inhibitorisch“) oder erregend („exhibitorisch“) wirken. Mittels einer Aktivierungsfunktion H1–Hn werden ausgehend von den Eingabeparametern I1–Im bzw. gewichtete Eingabeparametern normalisierte Eingabeparameter berechnet, welche die Ausgabeparameter O1–Ox des künstlichen neuronalen Netzwerkes KNN darstellen.

[0035] Im vorliegenden Ausführungsbeispiel gemäß [Fig. 2](#) weist das künstliche neuronale Netzwerk KNN eine „Feed-Forward“-Topologie mit einer Eingabeschicht IL, einer Aktivierungsschicht HL und einer Ausgabeschicht OL auf, wobei die Aktivierungsschicht HL eine Vielzahl von Aktivierungsfunktionen H1–Hn umfasst.

[0036] Aus den im Spurerkennungssystem SKS

vorliegenden Spurüberwachungsdaten SUD, Spurbegrenzungsdaten SED, Positions- und/oder Navigationsdaten PD, ND werden die oben genannten Eingabeparameter I1–Im abgeleitet, welche einzelnen über die Eingabeschicht IL dem künstlichen neuronalen Netzwerk KNN zugeführt werden und gemäß der bestehenden Verknüpfung zwischen der Eingabeschicht IL und der Aktivierungsschicht HL durch die unterschiedlichen Aktivierungsfunktionen H1–Hn bearbeitet werden.

[0037] Zusätzlich zu den zuvor beschriebenen aktuell ermittelten Eingabeparametern I1–Im können „historische“ in der Speichereinheit SU gespeicherte Eingabeparameter I1–Im ebenfalls dem künstlichen neuronalen Netzwerk KNN zugeführt werden und dadurch die zeitliche Änderung einzelner Eingabeparametern I1–Im mitberücksichtigt werden. Beispielsweise können die vor der Aktualisierung der Eingabeparametern I1–Im ermittelte Fahrspur F1–F3, die zuletzt ermittelte Position des Fahrzeuges FK1 innerhalb der Fahrspur F1–F3, die jeweilige Fahrspur F1–F3 vor dem Verlassen eines Kreuzungsbereiches oder die geplante Fahrtrichtung beim Verlassen eines Kreuzungsbereich ebenfalls ausgewertet werden.

[0038] Als Aktivierungsfunktionen H1–Hn können verschiedene Funktionstypen verwendet werden, die unter anderem abhängig von der jeweils vorgesehenen Topologie sind. Eine Aktivierungsfunktion H1–Hn kann beispielsweise eine nicht-lineare Funktion oder stückweise linear Funktion oder eine Sprungfunktion sein. Im Allgemeinen sind derartige Aktivierungsfunktionen H1–Hn monoton steigend.

[0039] In einer bevorzugten Ausführungsform werden als Aktivierungsfunktionen H1–Hn Logistische, TanH- und/oder Sinus-Funktionen verwendet, wobei deren prozentuale Zusammensetzung abhängig von den jeweils verwendeten Eingabeparametern I1–Im ist. Beispielsweise sind in etwa 40% der Aktivierungsfunktionen H1–Hn Logistische Funktionen, weitere 40% TanH-Funktionen und die restlichen 20% Sinus-Funktionen.

[0040] Das Ergebnis der Verknüpfung der unterschiedlichen Eingabeparameter I1–Im mit der jeweiligen Aktivierungsfunktion H1–Hn wird somit durch die Ausgabeparameter O1–Ox wiedergegeben, und zwar geben diese jeweils den Grad der Wahrscheinlichkeit an, mit der das Fahrzeug KF1 sich aktuell auf einer der Fahrspuren F1–F3 der Fahrbahn FB befindet. Die Ausgabeparameter O1–Ox entsprechen bereits zumindest teilweise einzelnen Fahrspurdaten FSD bzw. werden durch die Auswerte- und Steuerroutine SAR zur Erzeugung von Fahrspurdaten FSD zusammen mit den weiteren Spurüberwachungsdaten SUD, Spurbegrenzungsdaten SBD, Positions- und/oder Navigationsdaten PD, ND ausgewertet.

[0041] Vor Inbetriebnahme des künstlichen neuronalen Netzwerks KNN wird ein Trainings- bzw. Lernprozess durchgeführt. Hierzu werden durch Testfahrten ermittelte Datensätze, insbesondere Eingabeparameter I1–Im und Ausgabeparameter O1–Ox zur Ermittlung und Optimierung der Aktivierungsfunktion H1–Hn vorgesehen. Nach einer Vielzahl von Trainings- bzw. Lernprozess ist das künstliche neuronale Netzwerks KNN in der Lage, zu einem unbekanntem, den gelernten Beispielen ähnlichen Eingabeparameter I1–Im, einen korrekten Ausgabeparameter O1–Ox zu liefern. Um eine Unabhängigkeit vom jeweiligen Fahrstil des Fahrers zu erhalten werden beispielsweise unterschiedliche Fahrer und unterschiedliche Teststrecken im Rahmen des Trainings- bzw. Lernprozesses verwendet.

OL	Ausgabeschicht
OU	Ausgabeeinheit
PD	Positionsdaten
PU	Prozessoreinheit
SAR	Steuer- und Auswerteeinheit
SBD	Spurbegrenzungsdaten
SEE	Spurerfassungseinheit
SKS	Spurerkennungssystem
SU	Speichereinheit
SUD	Spurüberwachungsdaten
SUE	Spurüberwachungseinheit
TWL	linker toter Winkelbereich
TWR	rechter toter Winkelbereich
US	Umgebungssensorikeinheit

[0042] Besonders vorteilhaft kann das beschriebene Verfahren bei Navigationssystemen NS zur Erzeugung und Ausgabe von spurbezogenen Anweisung unter Einbeziehung der aktuellen Fahrsituation verwendet werden. Hierzu werden die ermittelten Ausgabeparameter O1–Ox bzw. die Fahrspurdaten FSD direkt dem Navigationssystem NS zur Weiterverarbeitung zur Verfügung gestellt.

[0043] Alternativ können die erhaltenen Ausgabeparameter O1–Ox einem Fahrerassistenzsystem beispielsweise einem Geschwindigkeits- und Abstandsregelassistenten („Adaptive Cruise Control“) oder einem Spurhalteassistenten („Lane Departure Warning“) etc. zur Verfügung gestellt und durch dieses ausgewertet werden.

[0044] Die Erfindung wurde voranstehend an einem Ausführungsbeispiel beschrieben. Es versteht sich, dass zahlreiche Änderungen und Modifikationen möglich sind, ohne dass der Erfindung zugrunde liegende Gedanke verlassen wird.

Bezugszeichenliste

AN	Anordnung
BD	Bilddaten
F1–F3	erste bis dritte Fahrspur
FB	Fahrbahn
FSB	Fahrspurbreite
FSD	Fahrspurdaten
FSM1–FSM4	erste bis vierte Fahrspurmarkierungen
H1–Hm	Aktivierungsfunktionen
HL	Aktivierungsschicht
I1–Im	Eingabeparameter
IL	Eingangsschicht
KD	Kartendaten
KF1–KF3	erstes bis drittes Fahrzeug
KNN	künstliches neuronales Netzwerk
NA	Navigationssystem
ND	Navigationsdaten
O1–Ox	Ausgabeparameter

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

- US 6446000 B2 [0003]
- EP 0740163 A2 [0004]
- DE 19921437 A1 [0005]

Patentansprüche

1. Verfahren zur näherungsweise Bestimmung einer von einem Fahrzeug (KF1) aktuell befahrenen Fahrspur (F2) einer Fahrbahn (FB) mit mehreren, für dieselbe Fahrtrichtung vorgesehenen Fahrspuren (F1–F3), bei dem über ein Navigationssystem (NS) Positions- und/oder Navigationsdaten (PD, ND), über eine Spurerfassungseinheit (SEE) die das Fahrzeug (KF1) umgebenden Fahrspurmarkierungen (FBM1–FBM4) in Form von Spurbegrenzungsdaten (SBD) sowie über eine Spurüberwachungseinheit (SUE) andere das Fahrzeug (KF1) umgebende Verkehrsteilnehmer (KF2, KF3) in Form von Spurüberwachungsdaten (SUD) erfasst werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass mittels eines zumindest eine Eingabeschicht (IL), eine Aktivierungsschicht (HL) und eine Ausgabeschicht (OL) aufweisenden künstlichen neuronalen Netzwerkes (KNN) die von dem Fahrzeug (KF1) aktuell befahrene Fahrspur (F2) näherungsweise ermittelt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass von den Positions- und/oder Navigationsdaten (PD, ND), Spurbegrenzungsdaten (SBD) und/oder Spurüberwachungsdaten (SUD) eine Vielzahl von Eingabeparametern (I1–Im) abgeleitet werden, welche der Eingabeschicht (IL) des künstlichen neuronalen Netzwerkes (KNN) zugeführt werden, die mittels unterschiedlicher die Aktivierungsschicht (HL) bildenden Aktivierungsfunktionen (H1–Hn) miteinander verknüpft werden und das Ergebnis der Verknüpfung in Form von Ausgabeparametern (O1–Ox) ausgegeben wird, wobei die Ausgabeparameter (O1–Ox) jeweils den Grad der Wahrscheinlichkeit angeben, mit welcher das Fahrzeug (KF1) sich aktuell auf einer der Fahrspuren (F1–F3) der Fahrbahn (FB) befindet.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass als Spurbegrenzungsdaten (SBD) die links und/oder rechts vom Fahrzeug (KF1) befindliche Fahrspurmarkierung (FSM2, FSM3), die Fahrspurbreite (FSB), der Versatz von der Mitte der aktuellen Fahrspur (F2) und/oder die Position des Fahrzeuges (KF1) innerhalb der Fahrspur (FB) direkt oder indirekt ermittelt werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass als Spurüberwachungsdaten (SUD) solche Verkehrsteilnehmer, insbesondere Fahrzeuge (KF2, KF3) erfasst werden, die sich in einer zur aktuellen Fahrspur (F2) benachbarten Fahrspur (F1, F3) hinter oder neben dem Fahrzeug (KF1), insbesondere im rechten und/oder linken „toten“ Winkelbereichs (TWL, TWR) des Fahrzeuges (KF1) befinden.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich die Geschwindigkeit

und/oder die Entfernung der auf den benachbarten Fahrspuren (F1, F3) befindlichen Verkehrsteilnehmer, insbesondere Fahrzeuge (KF2, KF3) ermittelt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass die anderen Verkehrsteilnehmer (KF2, KF3) durch zumindest ein mehrere optische Sensoren oder Radarsensoren aufweisendes Spurüberwachungssystem (SUE) ermittelt werden.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Navigationsdaten (ND) von den im Navigationssystem (NS) hinterlegten digitalen Kartendaten (KD) direkt oder indirekt abgeleitet werden.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass als Navigationsdaten (ND) von den digitalen Kartendaten (KD) die Anzahl der Fahrspuren (F1–F3) der aktuellen Fahrbahn (FB), der Straßentyp und/oder eine vorliegende Fahrtrichtungsbeschränkungen direkt abgeleitet werden.

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich als Navigationsdaten (ND) der Fahrspurtyp sowie die jeweils um Einbiege- und Abbiegespuren erweiterte Anzahl der Fahrspuren (F1–F3) und/oder die Verknüpfung von mehreren Fahrspuren (F1–F3) beim Übergang zwischen zumindest zweien eine unterschiedliche Anzahl von Fahrspuren (F1–F3) aufweisenden Straßenabschnitten ermittelt werden.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass von den digitalen Kartendaten (KD) Navigationsdaten (ND) abgeleitet werden, die die aktuelle Position des Fahrzeuges (KF1) auf einer Beschleunigungs-, Ausfahrts- oder Abbiegespur oder in einem Kreuzungsbereich und/oder die Anzahl der befahrbaren Fahrspuren (F1–F3) in einem Kreuzungsbereich und/oder die in einem Kreuzungsbereich verfügbaren nach links bzw. rechts abzweigenden befahrbaren Fahrspuren (F1–F3) angeben.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich die geplante Fahrtrichtung im Kreuzungsbereich berechnet wird.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich zu den von den Positions- und/oder Navigationsdaten (PD, ND), Spurbegrenzungsdaten (SBD) und/oder Spurüberwachungsdaten (SUD) abgeleiteten Eingabeparametern (I1–Im) „historische“ Eingabeparameter ebenfalls dem künstlichen neuronalen Netzwerk (KNN) als Eingabeparameter (I1–Im) zugeführt werden.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als Aktivierungsfunktionen (H1–Hn) verschiedene Funktionstypen verwendet werden, insbesondere eine nicht-lineare Funktion oder eine stückweise lineare Funktion oder eine Sprungfunktion.

le Netzwerk (KNN) als „Feed-Forward“-Netzwerk ausgebildet ist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass als Aktivierungsfunktionen (H1–Hn) Logistische, TanH- und/oder Sinus-Funktionen verwendet werden.

15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das künstliche neuronale Netzwerks (KNN) einem Trainings- bzw. Lernprozess unterzogen wird.

16. Anordnung (AN) zur näherungsweisen Bestimmung einer von einem Fahrzeug (KF1) aktuell befahrenen Fahrspur (F2) einer Fahrbahn (FB) mit mehreren, für dieselbe Fahrtrichtung vorgesehenen Fahrspuren (F1–F3), mit einem Navigationssystem (NS) zur Erfassung von (NS) Positions- und/oder Navigationsdaten (PD, ND), einer Spurerfassungseinheit (SEE) zur Erfassung von Spurbegrenzungsdaten (SBD) und/oder einer Spurüberwachungseinheit (SUE) zur Ermittlung von anderen das Fahrzeug (KF1) umgebenden Verkehrsteilnehmern (KF2, KF3) in Form von Spurüberwachungsdaten (SUD), dadurch gekennzeichnet, dass ein mit dem Navigationssystem (NS), der Spurerfassungseinheit (SEE) und/oder der Spurüberwachungseinheit (SUE) verbundenes Spurerkennungssystem (SKS) mit einer Steuer- und Auswerterroutine (SAR) vorgesehen ist, welche ein zumindest eine Eingabeschicht (IL), eine Aktivierungsschicht (HL) und eine Ausgabeschicht (OL) aufweisenden künstliches neuronales Netzwerk (KNN) ausbildet, das zur näherungsweisen Ermittlung der von dem Fahrzeug (KF1) aktuell befahrenen Fahrspur (F2) eingerichtet ist.

17. Anordnung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass das künstliche neuronale Netzwerk (KNN) zur Ableitung einer Vielzahl von Eingabeparameter (I1–Im) von den Positions- und/oder Navigationsdaten (PD, ND), Spurbegrenzungsdaten (SBD) und/oder Spurüberwachungsdaten (SUD), zur Zuführung dieser an die Eingabeschicht (IL), zur Verknüpfung der Eingabeparameter (I1–Im) mittels unterschiedlicher die Aktivierungsschicht (HL) bildenden Aktivierungsfunktionen (H1–Hn) und zur Ausgabe des Ergebnisses der Verknüpfung in Form von Ausgabeparametern (O1–Ox) eingerichtet ist, wobei die Ausgabeparametern (O1–Ox) jeweils den Grad der Wahrscheinlichkeit angeben, mit welcher das Fahrzeug (KF1) sich aktuell auf einer der Fahrspuren (F1–F3) der Fahrbahn (FB) befindet.

18. Anordnung nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, dass das künstliche neurona-

FIG 1

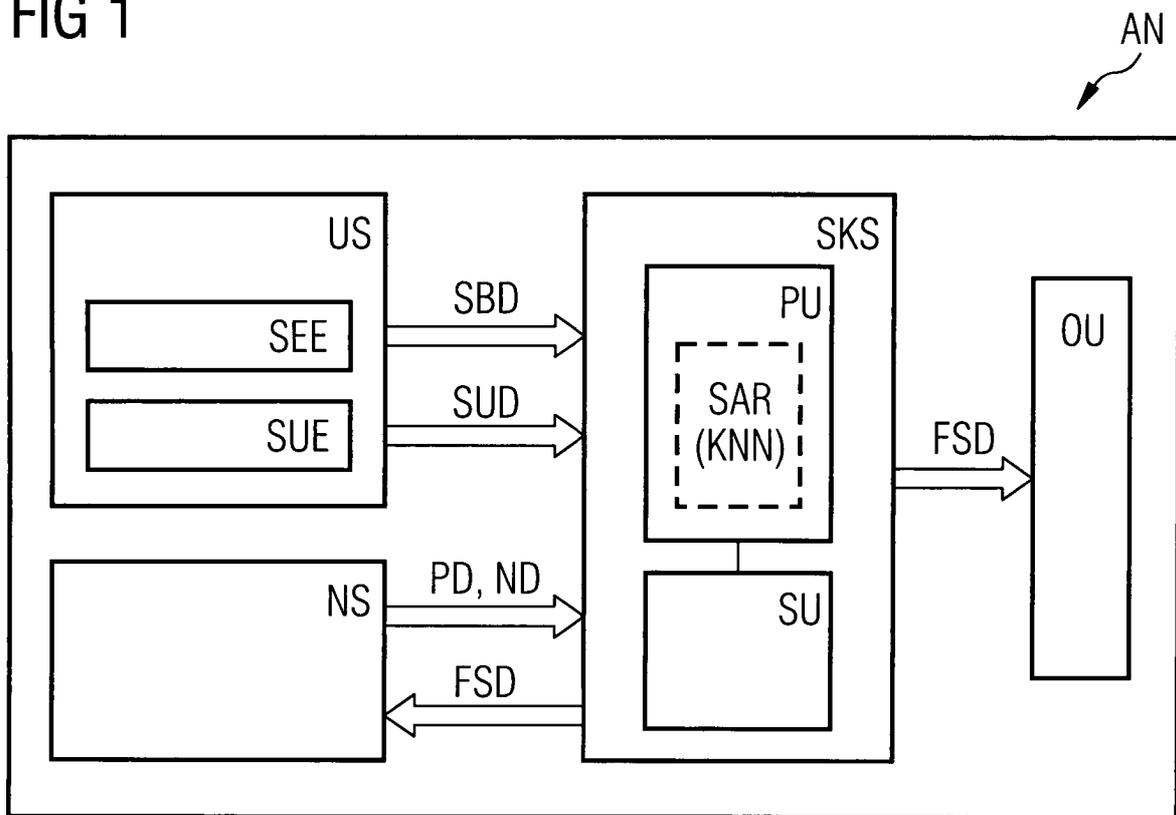


FIG 2

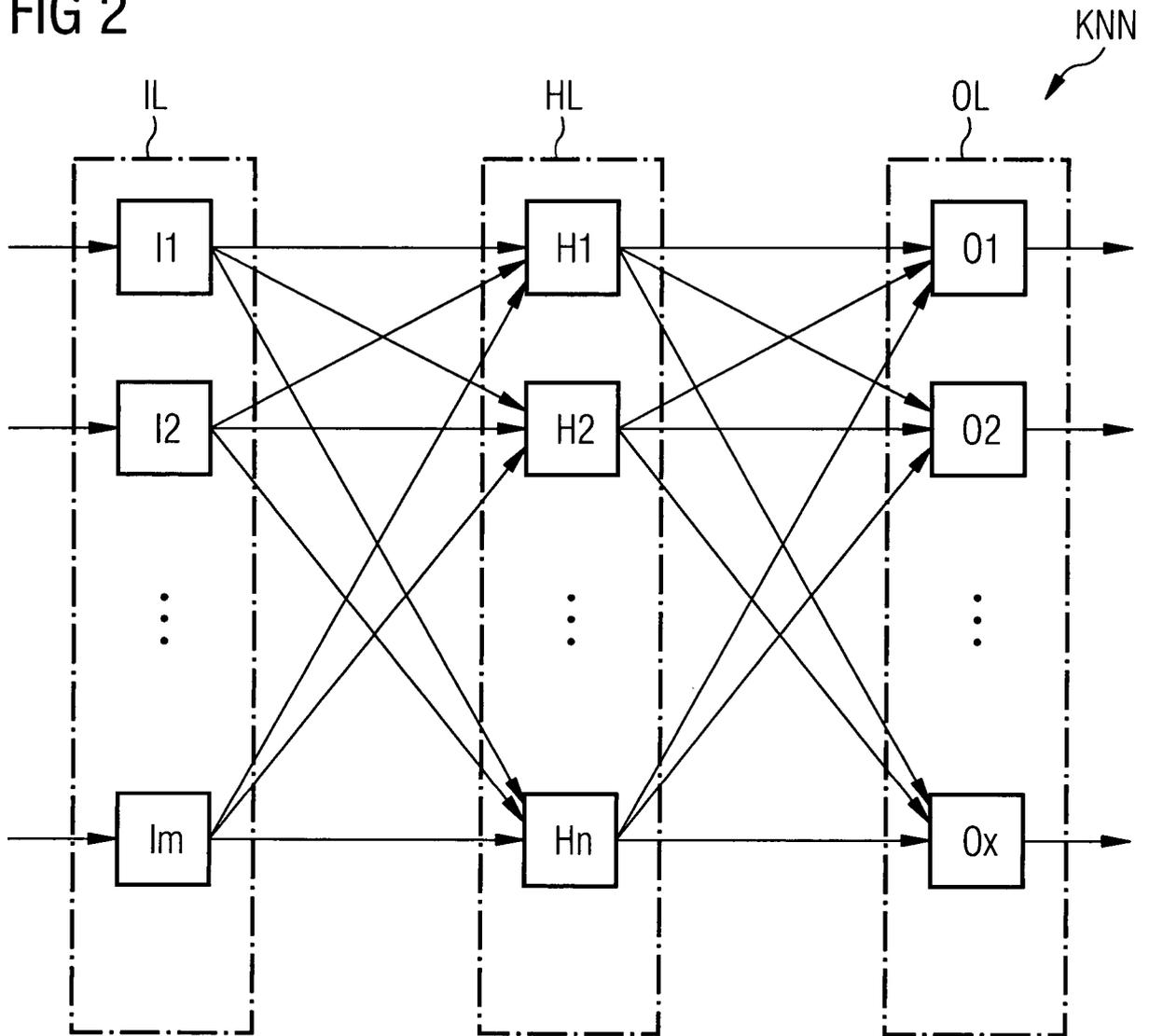


FIG 3

