



(10) **DE 10 2014 216 147 A1** 2015.10.01

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2014 216 147.9**

(22) Anmeldetag: **14.08.2014**

(43) Offenlegungstag: **01.10.2015**

(51) Int Cl.: **G06K 9/62 (2006.01)**

(71) Anmelder:
**Conti Temic microelectronic GmbH, 90411
Nürnberg, DE**

(72) Erfinder:
**Grewe, Ralph, 88131 Lindau, DE; Hassenpflug,
Christoph, 88131 Lindau, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

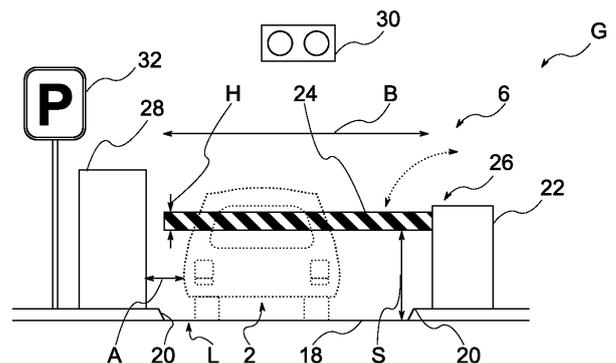
DE 10 2005 062 151	B4
DE 10 2009 026 426	A1
US 2006 / 0 115 157	A1
US 2012 / 0 274 755	A1
WO 2014/ 096 244	A1

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Fahrassistenzsystem für ein Fahrzeug und Verfahren zur Analyse einer Anzahl von Umgebungsmerkmalen einer Gesamtszene**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Fahrassistenzsystem (4) für ein Fahrzeug (2), das zur Analyse einer Gesamtszene (G) mit einer Anzahl von Umgebungsmerkmalen (12) sowie zur Erkennung einer in der Gesamtszene (G) angeordneten beschränkten Durchfahrt (6, 6', 6'') ausgebildet ist. Desweiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Analyse einer Anzahl von Umgebungsmerkmalen (12) einer Gesamtszene (G) mittels eines solchen Fahrassistenzsystems (4).



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Fahrassistenzsystem für ein Fahrzeug sowie ein Verfahren zur Analyse einer Anzahl von Umgebungsmerkmalen einer Gesamtszene.

[0002] Solch ein Fahrassistenzsystem umfasst typischerweise zumindest einen Sensor, der Informationen über das Umfeld des Fahrzeuges aufnimmt. Die dabei erzeugten Daten werden üblicherweise an eine Auswerteeinheit weitergegeben, welche die Informationen analysiert oder aufbereitet. Abhängig von dem daraus abgeleiteten Ergebnis wird eine Steuereinheit des Fahrassistenzsystems angesprochen, die wiederum assistierende Funktionen ausführt, beispielsweise Hinweise für den Fahrer ausgibt oder eine teilweise oder vollständige Steuerung des Fahrzeuges durchführt.

[0003] Dabei ist es bekannt, mittels der Auswerteeinheit bestimmte einzelne Umgebungsmerkmale des Umfeldes zu identifizieren, beispielsweise Fahrspurmarkierungen, Bordsteine oder Verkehrszeichen. Für den Fahrer sind dagegen oft komplexere Gegenstände oder Situationen in der Gesamtszene von Bedeutung, wobei die Informationen bezüglich eines bestimmten Umgebungsmerkmals abhängig vom Gegenstand oder der Situation unterschiedlich zu interpretieren sind. Derartige komplexe Situationen stellen hohe Anforderungen an das Fahrassistenzsystem.

[0004] Daher ist es eine Aufgabe der Erfindung, ein verbessertes Fahrassistenzsystem anzugeben, welches eine komplexe Situation möglichst zuverlässig erkennt. Desweiteren ist es eine Aufgabe, ein möglichst zuverlässiges Verfahren zur Erkennung einer komplexen Situation anzugeben.

[0005] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Fahrassistenzsystem mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 15. Vorteilhafte Ausgestaltungen, Varianten und Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche. Dabei gelten die im Zusammenhang mit dem Fahrassistenzsystem genannten Ausgestaltungen und Vorteile sinngemäß auch für das Verfahren.

[0006] Das Fahrassistenzsystem ist zur Verwendung in einem Fahrzeug ausgebildet. Dieses ist insbesondere ein Kraftfahrzeug, beispielsweise ein Personen- oder Lastkraftfahrzeug. Desweiteren ist das Fahrassistenzsystem zur Analyse einer Anzahl von Umgebungsmerkmalen einer Gesamtszene sowie zur Erkennung einer in der Gesamtszene angeordneten beschränkten Durchfahrt anhand der Anzahl von Umgebungsmerkmalen, das heißt insbesondere anhand der Umgebungsmerkmale ausgebildet. Bei ei-

ner solchen mit einer Schranke versehenen Durchfahrt handelt es sich um eine komplexe Situation.

[0007] Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, dass aus einer komplexen Gesamtszene eine Anzahl von insbesondere einfach zu identifizierenden Umgebungsmerkmalen erkannt wird und durch Analyse dieser eine beschränkte Durchfahrt identifizierbar ist, das heißt eine Schranken-Situation erkannt wird. Weiterhin wird insbesondere eine Unterstützung des Fahrers bei der Anfahrt der beschränkten Durchfahrt ermöglicht. Das Fahrassistenzsystem ermöglicht somit insbesondere ein assistiertes Anfahren der beschränkten Durchfahrt. Im Vergleich zur Anfahrt ohne Fahrassistenzsystem ist hierbei ein besonders zielsicheres Anfahren der beschränkten Durchfahrt gewährleistet, insbesondere im Hinblick auf den Abstand des Fahrzeuges zu bestimmten Teilen der beschränkten Durchfahrt, beispielsweise eines Bordsteins, auch Bordsteinkante. Die Erkennung einer Bordsteinkante allein reicht zunächst noch nicht für eine geeignete Maßnahme des Fahrassistenzsystems aus. So ist beispielsweise im normalen Fahrverkehr sinnvoll, dass das Fahrassistenzsystem bei Unterschreiten eines vorgegebenen Mindestabstandes eine Warnung ausgibt. Bei einer beschränkten Durchfahrt muss jedoch oft ein Terminal angefahren werden, das auf einem Bordstein angeordnet ist, wobei die Einhaltung eines Mindestabstandes eher nachteilig ist, da dann das Terminal unter Umständen nicht vom Fahrer bedient werden kann. Zusätzlich tendieren manche Fahrer aufgrund einer Fehleinschätzung der Abmessungen des Fahrzeuges dazu, das Terminal zu weit entfernt anzufahren, um dieses bedienen zu können. Allgemein wird eine Anfahrt auch dadurch erschwert, dass die Zufahrt zur Durchfahrt oft einen gekrümmten Verlauf aufweist und bei der Anfahrt somit auch ein geeigneter Lenkeinschlag gewählt werden muss. Bei Erkennung einer Schrankensituation wird das Fahrassistenzsystem daher andere Maßnahmen treffen als im normalen Fahrbetrieb und beispielsweise das Fahrzeug besonders nahe an die Bordsteinkante navigieren, zum Beispiel im Rahmen einer automatischen Steuerung des Fahrzeuges. Insbesondere ist eine Anfahrt derart ermöglicht, dass der Fahrer zur Interaktion mit der beschränkten Durchfahrt nicht aus dem Fahrzeug aussteigen muss, sondern in diesem verbleiben kann. Ein weiterer Vorteil ist insbesondere, dass die beschränkte Durchfahrt vom Fahrassistenzsystem aufgrund einer gemeinsamen Analyse mehrerer Umgebungsmerkmale erkannt wird. Diese Erkennung ist zudem besonders sicher, das heißt, die Anzahl an fälschlicherweise als beschränkte Durchfahrten erkannten Objekten ist besonders gering.

[0008] Die Gesamtszene ist insbesondere das nähere Umfeld des Fahrzeuges oder auch Fahrzeugumfeld, das sich bei einer Bewegung des Fahrzeuges typischerweise fortlaufend verändert. In der Ge-

samtszene sind verschiedene Objekte angeordnet, die für den Fahrer bezüglich der Trajektorie des von ihm geführten Fahrzeuges von unterschiedlicher Bedeutung sind. Solche Objekte sind beispielsweise Fahrspurmarkierungen, Beschilderungen oder andere Verkehrsteilnehmer. Diese Objekte stellen zudem Umgebungsmerkmale der Gesamtszene dar, insbesondere dahingehend, dass durch eine geeignete Erkennung der Objekte und Identifikation dieser als bestimmte Umgebungsmerkmale eine Ableitung von Informationen möglich ist. Diese Informationen oder auch Daten wiederum werden vom Fahrassistenzsystem zur Formulierung einer Hilfestellung für den Fahrer umgesetzt. Beispielsweise wird ein kurvenförmiger Verlauf einer Fahrspur erkannt und daraus eine Aufforderung zum Einschlagen des Lenkrades abgeleitet und dem Fahrer geeignet mitgeteilt.

[0009] Zur Erkennung von in der Gesamtszene angeordneten Objekten, insbesondere Umgebungsmerkmalen umfasst das Fahrassistenzsystem zweckmäßigerweise eine Anzahl von Sensoren, beispielsweise Kameras oder Radarsensoren. Zur Analyse von mittels der Sensoren gesammelten Daten der Gesamtszene weist das Fahrassistenzsystem geeigneterweise eine Auswerteeinheit auf, beispielsweise als Teil eines Bordcomputers.

[0010] Die beschränkte Durchfahrt ist insbesondere jegliche Durchfahrt, die mittels einer Schranke absperrbar ist. Dabei wird unter Schranke insbesondere jegliche Form einer beweglichen Barrikade verstanden, beispielsweise auch versenkbare Poller, Rolltore oder dergleichen. Die beschränkte Durchfahrt ist entweder offen, das heißt ungehindert durchfahrbar oder geschlossen, das heißt die Schranke versperrt die Durchfahrt. Dabei ist die Durchfahrt beispielsweise eine Parkhauseinfahrt, eine Mautstelle oder eine sonstige beschränkte Zufahrt, beispielsweise zu einem Privatgelände. Insbesondere umfasst die Durchfahrt ein Terminal, welches beispielsweise zum Bezahlen einer Durchfahrtsgebühr dient oder zur Identifikation des Fahrers zwecks Prüfung einer Zufahrtberechtigung. Dabei ist allgemein vorgesehen, dass der Fahrer zum Öffnen der beschränkten Durchfahrt in Interaktion mit dem Terminal tritt und dieses daher in geeigneter Weise anfahren muss. Die Interaktion umfasst beispielsweise ein Betätigen eines Schaltelementes, ein Einwerfen von Geld oder ein Eingeben oder Entgegennehmen eines Tickets.

[0011] Die Schranke einer beschränkten Durchfahrt ist möglicherweise ein sich in einer bestimmten Schrankenhöhe quer über eine Fahrspur erstreckender Querbalken, der insbesondere eine charakteristische Markierung aufweist. Daher ist das Fahrassistenzsystem vorteilhafterweise zur Erkennung eines Querbalkens der beschränkten Durchfahrt ausgebildet. Insbesondere wird der Querbalken aufgrund der Markierung erkannt, die beispielsweise ein Streifen-

muster oder eine Farbmarkierung ist. Alternativ oder zusätzlich wird der Querbalken geeigneterweise aufgrund der Schrankenhöhe erkannt. Da der Querbalken zudem hinsichtlich dessen Abmessungen häufig deutlich breiter als hoch ist, wird der Querbalken zweckmäßigerweise zusätzlich oder alternativ aufgrund des Verhältnisses von dessen Breite zu dessen Höhe erkannt. Auf ähnliche Weise stellen auch die Abmessungen der Säule und des Terminals geeignete Merkmale zur Erkennung der Durchfahrt dar.

[0012] Insbesondere in der Ausgestaltung als Querbalken umfasst die Schranke häufig eine Säule, an welcher der Querbalken beweglich angebracht ist. Diese Säule ist insbesondere seitlich der Durchfahrt angeordnet. Daher ist das Fahrassistenzsystem in einer vorteilhaften Weiterbildung zur Erkennung einer Säule der beschränkten Durchfahrt ausgebildet, wobei die Säule und der Querbalken L-förmig zueinander angeordnet sind. Durch Erkennen der charakteristischen L-Form ist es insbesondere möglich, eine Schranke und damit insbesondere eine beschränkte Durchfahrt besonders zuverlässig zu erkennen. Dabei ist die Säule nicht notwendigerweise gleich dem Terminal. Vielmehr können diese beiden Elemente separate Teile der beschränkten Durchfahrt sein.

[0013] In einer bevorzugten Ausgestaltung wird zuerst der Querbalken der Durchfahrt erkannt und erst nach erfolgter Erkennung dessen nach einer zugehörigen Säule gesucht. Dadurch ergibt sich zum Einen eine vorteilhafte Zeitersparnis bei der Erkennung, da zunächst nur der hinsichtlich dessen Geometrie und/oder Markierung einfach ausgestaltete Querbalken gesucht wird und noch nicht die Durchfahrt im Ganzen. Zum Anderen ist durch die zusätzliche Forderung nach dem Vorhandensein einer Säule bei erkannten Querbalken insbesondere auch die Fehlersicherheit bezüglich der korrekten Erkennung einer beschränkten Durchfahrt erhöht. Generell wird vorteilhafterweise durch Kombination mehrerer separat erkannter Umgebungsmerkmale und Auswerten der Anordnung selbiger zueinander insbesondere die Fehlersicherheit des Fahrassistenzsystems verbessert.

[0014] Zuweilen sind mehrere beschränkte Durchfahrten in der Gesamtszene vorhanden, beispielsweise sind bei einer Mautstelle mehrere Durchfahrten nebeneinander angeordnet. In dieser Konfiguration weist jede der Durchfahrten zudem häufig eine Überdachung auf, die sich beispielsweise wenige Meter vor und oder hinter der Schranke erstreckt. Möglicherweise erstreckt sich eine Überdachung über mehrere Durchfahrten. Alternativ ist die Überdachung eine abgehängte Höhenbegrenzung, die zudem häufig eine charakteristische Kennzeichnung aufweist. In einer vorteilhaften Variante ist das Fahrassistenzsystem daher zur Erkennung mehrerer nebeneinander verlaufender Fahrspuren ausge-

bildet, die jeweils eine Überdachung aufweisen oder jeweils überdacht sind. Insbesondere zur Zeiteinsparung bei der Erkennung wird zweckmäßigerweise zunächst die Ansammlung mehrerer Fahrspuren beispielsweise aufgrund von erkannten Fahrspurmarkierungen als potentielle Ansammlung von Durchfahrten identifiziert. Als weiteres Merkmal einer beschränkten Durchfahrt werden darauffolgend die Überdachungen erkannt. Insbesondere wird zunächst auf die Erkennung eines Querbalkens oder einer Schranke verzichtet, da diese möglicherweise durch in den Fahrspuren befindliche Fahrzeuge verdeckt sein kann. Um dennoch eine korrekte Identifizierung der beschränkten Durchfahrten sicherzustellen, wird daher insbesondere jede der Durchfahrten vom Fahrassistenzsystem als Kombination von zumindest einer Fahrspur und einer Überdachung erkannt.

[0015] Bei der weiteren Anfahrt werden dann zweckmäßigerweise weitere Umgebungsmerkmale erkannt, um eine verbesserte Erkennung zu gewährleisten und eine verbesserte Assistenz beim Anfahren zu ermöglichen.

[0016] In einer bevorzugten Weiterbildung ist das Fahrassistenzsystem zur Erkennung der beschränkten Durchfahrt mittels Vergleich mit hinterlegten Daten ausgebildet. Unter hinterlegten Daten werden dabei insbesondere GPS-Daten von beschränkten Durchfahrten verstanden oder generell Kartenmaterial, das direkt entsprechende Informationen über die Lage von beschränkten Durchfahrten enthält sowie insbesondere Daten aus einem im Fahrzeug angebrachten Navigationssystem. Alternativ extrahiert das Fahrassistenzsystem diese Informationen und analysiert diese, um eine beschränkte Durchfahrt in der Gesamtszene zu erkennen, beispielsweise aufgrund einer Ansammlung von Fahrspuren in einem Grenzübergangsbereich im Falle einer Mautstelle oder aufgrund einer im Vergleich zur Fahrspur großen Freifläche im Falle eines Parkplatzes. Zweckmäßigerweise erfolgt mittels des Fahrassistenzsystems ein Vergleich der Position des Fahrzeuges und der Positionen von beschränkten Durchfahrten, wobei die Positionen insbesondere GPS-Koordinaten sind. Im Falle eines positiven Vergleichs, das heißt falls eine bekannte beschränkte Durchfahrt im Fahrzeugumfeld, das heißt der Gesamtszene aufgrund der hinterlegten Daten erwartet wird, erfolgt mittels des Fahrassistenzsystems zweckmäßigerweise eine Suche nach weiteren Umgebungsmerkmalen, welche eine genauere Erkennung der beschränkten Durchfahrt ermöglichen.

[0017] In einer geeigneten Ausgestaltung ist eines der Umgebungsmerkmale ausgewählt aus einer Gruppe von Umgebungsmerkmalen, umfassend eine Fahrspurmarkierung, einen Bordstein, eine Überdachung, eine Signalanlage, ein Verkehrsschild, eine Farbmarkierung, oder aus einem Stereokamera-

bild oder aus GPS-Koordinaten des Fahrzeuges abgeleitete Umgebungsmerkmale. Solche Umgebungsmerkmale sind besonders einfach zu erkennen oder zu ermitteln und besonders geeignet zur Erkennung einer beschränkten Durchfahrt.

[0018] In einer bevorzugten Ausgestaltung ist das Fahrassistenzsystem zur Erkennung der beschränkten Durchfahrt durch Kombination mehrerer separat erkannter Umgebungsmerkmale und Auswerten der Anordnung dieser Umgebungsmerkmale zueinander ausgebildet. Mit anderen Worten: das Fahrassistenzsystem erkennt zunächst zumindest ein Umgebungsmerkmal und darauffolgend ein weiteres Umgebungsmerkmal und setzt diese zueinander in Beziehung, zur Erkennung der beschränkten Durchfahrt. Dadurch wird insbesondere die Fehlersicherheit des Fahrassistenzsystems erhöht. Die Kombination mehrerer Umgebungsmerkmale, das heißt insbesondere das Auswerten der Anordnung verschiedener erkannter Umgebungsmerkmale zueinander ermöglicht vorteilhaft das Erkennen von komplexeren Strukturen. Insbesondere werden dabei nicht lediglich einzelne Umgebungsmerkmale separat zur Erkennung verwendet sondern eine Gruppe von Umgebungsmerkmalen, deren Kombination wiederum ein Merkmal darstellt. Durch das In-Beziehung-Setzen mehrerer Umgebungsmerkmale ist es daher insbesondere möglich, zusätzlich Merkmale zu erzeugen und auf diese Weise die Erkennung der beschränkten Durchfahrt zu verbessern. Eine solche Kombination ist beispielsweise die oben bereits genannte Kombination von Querbalken und Säule zur Schranke oder auch die Kombination von Überdachung und Terminal.

[0019] Um insbesondere die Geometrie der beschränkten Durchfahrt oder speziell deren Schranke zu ermitteln ist das Fahrassistenzsystem zur Ermittlung wenigstens eines der Umgebungsmerkmale mittels eines Haar-Klassifikators ausgebildet. Allgemein wird zur Ermittlung des Umgebungsmerkmals vorteilhafterweise ein Strukturerkennungsalgorithmus verwendet. Dieser sucht insbesondere die zur Verfügung stehenden Daten nach einem bestimmten Muster oder einer Struktur ab, um daraus ein Umgebungsmerkmal abzuleiten. Zweckmäßig ist zum Beispiel das Absuchen einer Disparitätskarte der Umgebung nach bestimmten Mustern, beispielsweise der oben erwähnten L-Form. Die Verwendung eines Haar-Klassifikators ist insbesondere hinsichtlich der zur Erkennung benötigten Zeit vorteilhaft. Zudem ist der Haar-Klassifikator besonders zur Erkennung von rechteckigen Strukturen geeignet, wie diese beispielsweise für die Schranke charakteristisch sind, das heißt insbesondere für eine Säule, einen daran angebrachten Querbalken, ein Terminal oder eine Überdachung einer Mautstelle oder Parkhauseinfahrt. Generell ist aber auch eine Verwendung anderer Strukturerkennungsalgorithmen denkbar. Vor-

teilhafterweise wird zusätzlich eine Tiefenkarte zur Erkennung der Schranke vor einer dahinterliegenden Einfahrt verwendet. Solch eine Tiefenkarte wird beispielsweise mittels einer Stereokamera erzeugt, die dann insbesondere ein Sensor ist und ein Teil des Fahrassistenzsystems. Alternativ oder zusätzlich wird zweckmäßigerweise ein Canny-Algorithmus zur Kantenerkennung verwendet.

[0020] In einer besonders zweckmäßigen Ausgestaltung erfolgt die Erkennung der beschränkten Durchfahrt mittels mehrerer Erkennungsstufen, insbesondere oben genannter Schritte, beispielsweise mehrfache Anwendung von Haar-Klassifikatoren. Hierdurch ist eine besonders wirkungsvolle Erkennung gewährleistet, da insbesondere falsch positive Ergebnisse wirkungsvoll vermeidbar sind. Unter einer Erkennungsstufe wird dabei insbesondere das separate Erkennen eines einzelnen Umgebungsmerkmals verstanden.

[0021] Um die beschränkte Durchfahrt auf besonders sichere Weise zu erkennen, das heißt eine Fehlerkennung möglichst zu vermeiden ist jedem Umgebungsmerkmal jeweils ein Wert zugeordnet, insbesondere in Form von Punkten und die beschränkte Durchfahrt ist anhand der Summe der Werte erkennbar. Das heißt insbesondere, dass durch die Auswerteeinheit des Fahrassistenzsystems eine Wertung jedes erkannten Umgebungsmerkmals erfolgt. Die Werte werden zu einem Gesamtwert zusammengefasst, mittels dessen eine Bewertung der Gesamtszene möglich ist. Der Gesamtwert ist insbesondere ein Maß für die Wahrscheinlichkeit des Vorhandenseins einer beschränkten Durchfahrt. Zweckmäßigerweise erkennt das Fahrassistenzsystem dann das Vorhandensein einer beschränkten Durchfahrt aufgrund des Gesamtwertes, das heißt der Gesamtpunktzahl. Dabei wird insbesondere auch die Beziehung mehrerer Umgebungsmerkmale zueinander berücksichtigt. Beispielsweise wird die Wertung eines erkannten Querbalkens durch ein in der Nähe erkanntes Verkehrsschild, das auf einen Parkplatz hinweist erhöht.

[0022] Zur Erkennung der beschränkten Durchfahrt als solche überschreitet der Wert der Summe, das heißt insbesondere der Gesamtwert in einer bevorzugten Ausgestaltung einen vorgegebenen Schwellwert. Mit anderen Worten: die Erkennung der beschränkten Durchfahrt erfolgt durch einen Vergleich des mittels der verschiedenen Wertungen ermittelten Gesamtwertes mit dem Schwellwert. Durch diese Abstrahierung der Erkennung mittels eines Punktesystems ist es insbesondere möglich, verschiedene Arten von beschränkten Durchfahrten gleichermaßen erfolgreich zu erkennen.

[0023] Um insbesondere die Erkennung solcher verschiedener Arten von Durchfahrten zu verbessern ist

das Fahrassistenzsystem zur Erfassung von Zusatzinformationen ausgebildet, anhand derer eine Klassifizierung der beschränkten Durchfahrt vorgenommen wird. Die Zusatzinformationen ermöglichen zudem insbesondere auch eine Situationsanalyse und stellen somit auch Situationshinweise dar. Weiterhin ist es insbesondere möglich, durch eine Klassifizierung der jeweiligen Durchfahrt die daraus abgeleiteten Hinweise oder Handlungsanweisungen für den Fahrer geeignet anzupassen. Unter Klassifizierung wird dabei zum Einen verstanden, dass die Durchfahrt bezüglich des durch diese beschränkten Bereiches näher bestimmt wird, beispielsweise ob es sich um eine Parkhauseinfahrt- oder ausfahrt oder eine Mautstelle handelt. Zum Anderen wird unter Klassifizierung verstanden, in welcher Konfiguration sich die Durchfahrt zu einem gegebenen Zeitpunkt befindet, ob diese also beispielsweise offen oder geschlossen ist. Zudem ist es mittels der Klassifizierung vorteilhaft möglich, zu erkennen, ob die Durchfahrt generell passierbar ist oder vollständig gesperrt, zum Beispiel ob in einem durch die Durchfahrt erreichbaren Parkhaus freie Parkplätze vorhanden sind oder ob dieses belegt ist oder welche Fahrspuren einer Mautstelle befahrbar sind. Zur Klassifizierung oder auch Einordnung werden Zusatzinformationen verwendet, die möglicherweise auch ein oder mehrere Umgebungsmerkmale umfassen. Zusatzinformationen sind beispielsweise die Angaben regelmäßig aktualisierter Parkleitsysteme oder an der Durchfahrt angeordnete Ampeln, allgemein Signalanlagen.

[0024] Nach oder während der Erkennung einer beschränkten Durchfahrt wird mittels des Fahrassistenzsystems insbesondere auch die Position der Durchfahrt relativ zum Fahrzeug ermittelt. Bevorzugterweise ist das Fahrassistenzsystem zur Ermittlung und/oder Auswahl einer Trajektorie ausgebildet, die vom Fahrzeug zur beschränkten Durchfahrt führt, wodurch es insbesondere möglich ist, dem Fahrer bei der Anfahrt in besonders geeigneter Weise zu assistieren, insbesondere durch Vergleich der ausgewählten Trajektorie mit der momentanen Fahrzeugposition. Die Trajektorie wird zweckmäßigerweise auf Grundlage der erkannten Umgebungsmerkmale ausgewählt. Bevorzugterweise werden zusätzlich Informationen aus einem Belegungsgitter, auch als occupancy grid bezeichnet verwendet. Das Belegungsgitter stellt somit insbesondere eine Zusatzinformation dar. Das Belegungsgitter umfasst dabei insbesondere Informationen zur Position von Hindernissen, welche den Bewegungsraum des Fahrzeuges eingrenzen. Insbesondere sind mittels des Belegungsgitters auch Schlangen von Fahrzeugen vor einer Durchfahrt erkennbar, wodurch insbesondere im Falle von mehreren Durchfahrten diejenige mit der kürzesten Schlange als anzufahrende Durchfahrt ausgewählt wird. In einer geeigneten Weiterbildung ist das Belegungsgitter ein erweitertes oder fusioniertes Belegungsgitter, in dem die oben beschriebenen Bele-

gungsdaten mit weiteren Daten verknüpft sind, wie beispielsweise Höheninformationen oder kinematische Informationen der Hindernisse. Ein solches erweitertes Belegungsgitter enthält zum Beispiel auch Informationen zur Befahrbarkeit einer Fahrspur die zwar frei von Hindernissen ist, jedoch aufgrund anderer Ursachen nicht passierbar ist, da es sich beispielsweise um eine Einbahnstraße handelt.

[0025] In einer bevorzugten Ausgestaltung verläuft die Trajektorie zumindest teilweise in einem vorgegebenen Abstand, beispielsweise von weniger als 20 cm bezüglich eines Bordsteins der beschränkten Durchfahrt. Hierdurch ist insbesondere ein optimales Anfahren der Durchfahrt ermöglicht, besonders im Hinblick auf den Abstand von der Fahrerseite des Fahrzeuges zu einem zu bedienenden Terminal. Dabei ist der Bordstein insbesondere ein Umgebungsmerkmal und wird vom Fahrassistenzsystem erkannt. Insbesondere im Falle mehrerer Durchfahrten, ist zwischen jeweils zwei benachbarten Durchfahrten eine Bordsteininsel angeordnet, die als charakteristisches Merkmal einer solchen Situation zur Erkennung der Durchfahrten beiträgt.

[0026] Um dem Fahrer bei der Anfahrt der Durchfahrt möglichst optimal zu assistieren, umfasst das Fahrassistenzsystem einen Hinweisgeber, der ein Signal ausgibt zur Unterstützung bei der Anfahrt der beschränkten Durchfahrt. In einer geeigneten Ausgestaltung ist der Hinweisgeber ein akustischer oder visueller Hinweisgeber, beispielsweise ein Lautsprecher, der einen Warnton ausgeben kann oder eine Anzeige im Instrumentenblock des Fahrzeuges. In einer alternativen geeigneten Ausgestaltung ist der Hinweisgeber ein haptisches Signal, beispielsweise eine Vibration des Lenkrads. Generell dient der Hinweisgeber insbesondere dazu, den Fahrer auf ein Verlassen der Trajektorie aufmerksam zu machen oder das Erkennen einer beschränkten Durchfahrt zu signalisieren und deren Position anzugeben.

[0027] Zur Steuerung des Fahrzeuges quer beziehungsweise quer und längs zur Fahrtrichtung weist das Fahrassistenzsystem in einer zweckmäßigen Variante eine Querführungsvorrichtung oder Quer- und Längsführungsvorrichtung auf. Das Fahrassistenzsystem ist demnach nicht auf das Hinweisgeben beschränkt, sondern insbesondere auch zur Automation der Anfahrt ausgebildet. Eine automatische Anfahrt kann dabei vollautomatisch oder lediglich teilweise automatisch erfolgen. In letzterem Fall übernimmt eine Steuerungs- oder Regelvorrichtung des Fahrassistenzsystems beispielsweise lediglich die Querführung, das heißt Lenkung des Fahrzeuges, wobei die Längsführung vom Fahrer durchgeführt wird. Im Falle einer vollautomatischen Anfahrt wird dann auch die Längsführung vom Fahrassistenzsystem übernommen. Durch eine zumindest teilweise

automatische Anfahrt ist das Anfahren der Durchfahrt zusätzlich vereinfacht.

[0028] Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

[0029] Fig. 1 ein Fahrzeug mit einem Fahrassistenzsystem,

[0030] Fig. 2 eine beschränkte Durchfahrt in Vorderansicht,

[0031] Fig. 3 mehrere beschränkte Durchfahrten, die jeweils überdacht sind, und

[0032] Fig. 4 eine Gesamtszene mit mehreren beschränkten Durchfahrten und einer ausgewählten Trajektorie.

[0033] Fig. 1 zeigt schematisch ein Fahrzeug **2** in Aufsicht das sich in Fahrtrichtung **F** bewegt und mit einem Fahrassistenzsystem **4** ausgestattet ist, zur Erkennung einer beschränkten Durchfahrt **6**. In dem hier gezeigten Ausführungsbeispiel umfasst das Fahrassistenzsystem **4** zwei Sensoren **8** zur Erfassung des Umfeldes des Fahrzeuges, das heißt einer Gesamtszene **G**. Die Sensoren **8** sind jeweils mit einer Auswerteeinheit **10** verbunden, welche die Daten der Sensoren **8** entgegennimmt und auswertet, analysiert und/oder aufbereitet und daraufhin Umgebungsmerkmale **12** der Gesamtszene **G** erkennt. In Abhängigkeit des Ergebnisses der Auswertung steuert die Auswerteeinheit **10** einen Hinweisgeber **14** an, der dem Fahrer bei der Navigation des Fahrzeuges **2**, insbesondere innerhalb der Gesamtszene **G** assistiert. Zusätzlich ist die Auswerteeinheit **10** in dem hier gezeigten Ausführungsbeispiel mit einer Steuereinheit **16** verbunden, welche zur Quer- und Längsführung des Fahrzeuges **2** ausgebildet ist und somit ein vollautomatisches Anfahren einer erkannten beschränkten Durchfahrt **6** ermöglicht.

[0034] In Fig. 2 ist exemplarisch eine beschränkte Durchfahrt **6** in einer Vorderansicht dargestellt. Die Durchfahrt **6** umfasst eine Fahrspur **18**, die seitlich jeweils von einem Bordstein **20** berandet ist. Auf der Fahrspur **18** ist zudem eine hier nicht näher gezeigte Fahrspurmarkierung aufgebracht. Auf der rechten Seite der Fahrspur **18** ist eine Säule **22** angeordnet, an welcher ein Querbalken **24** beweglich angebracht ist. Die Säule **22** und der Querbalken **24** bilden dabei eine Schranke **26**. Hierbei ist der Querbalken **24** in einer vorgegebenen Schrankehöhe **S** bezüglich der Fahrspur **18** angeordnet und weist zudem eine Höhe **H** und eine Breite **B** auf, wobei die Breite **B** deutlich größer ist als die Höhe **H**. Auf der linken Seite der Fahrspur **18**, das heißt insbesondere auf der Fahrerseite **L** ist ein Terminal **28** angeordnet, das zum Öffnen der Durchfahrt **6**, das heißt zum Heben des

Querbalkens **24** vom Fahrer bedient werden muss. Dazu muss das Fahrzeug **2** in einem ausreichenden Abstand A zum Terminal **28** positioniert werden.

[0035] Die in **Fig. 2** gezeigte Durchfahrt **6** ist insbesondere eine Parkhauseinfahrt und umfasst zusätzlich zur Schranke **26** und zum Terminal **28** noch eine Signalanlage **30**, die hier als zweistufige Ampel ausgeführt ist und anzeigt, ob das Parkhaus belegt ist oder noch Parkplätze verfügbar sind. Desweiteren ist neben dem Terminal **28** ein insbesondere standardisiertes Verkehrsschild **32** angeordnet, welches auf eine Parkmöglichkeit hinweist.

[0036] Die in **Fig. 2** gezeigte beschränkte Durchfahrt **6** umfasst insbesondere mehrere Umgebungsmerkmale **12**, nämlich den Querbalken **24** mit charakteristischem Muster, die Säule **22**, die den Querbalken **24** mit dem Boden verbindet, die Bordsteine **20**, die Fahrspur **18**, das Verkehrsschild **32** und die Signalanlage **30**. Zusätzlich ist es möglich, dass weitere, hier nicht gezeigte Umgebungsmerkmale **12** vorhanden sind. Zum Erkennen der beschränkten Durchfahrt **6** werden diese Umgebungsmerkmale **12** mittels der Sensoren **8** des Fahrassistenzsystems **2** registriert und mittels der Auswerteeinheit **10** insbesondere separat erkannt sowie in Kombination zur Erkennung der Durchfahrt **6** verwendet. Insbesondere wird zunächst der charakteristisch geformte Querbalken **24** mittels eines Haar-Klassifikators erkannt. Nach erfolgreicher Erkennung wird diesem Umgebungsmerkmal **12** ein Wert in Form einer Anzahl an Punkten zugewiesen und die Gesamtszene G nach weiteren Umgebungsmerkmalen **12** abgesucht. Insbesondere wird seitlich des Querbalkens **24** explizit eine Säule **22** gesucht und entsprechend der **Fig. 2** auch erkannt. Auch dieses Umgebungsmerkmal **12** wird bewertet. Insbesondere wird die durch den Querbalken **24** und die Säule **22** gebildete L-Form erkannt, die ein besonders starker Indikator für eine beschränkte Durchfahrt **6** ist. Auch die weiteren Umgebungsmerkmale **12** werden erkannt und bewertet, insbesondere bis die Summe der Werte, das heißt der Gesamtwert einen vorgegebenen Schwellwert überschreitet, ab dem von dem Vorhandensein einer beschränkten Durchfahrt **6** ausgegangen wird.

[0037] Alternativ zu einer einzelnen beschränkten Durchfahrt **6** sind in **Fig. 3** mehrere nebeneinanderliegende Durchfahrten **6** dargestellt, wie dies beispielsweise an einer Mautstation oder einem Grenzübergang der Fall sein kann. Ähnlich der in **Fig. 2** gezeigten Durchfahrt **6** weist auch jede der Durchfahrten **6** in **Fig. 3** eine Schranke **26** und ein Terminal **28** auf, wobei jeweils die Säule **22** einer Durchfahrt **6** mit einem Terminal **28** der benachbarten Durchfahrt **6** auf einer von einem Bordstein **20** umrandeten Insel, auch Bordsteininsel genannt angeordnet ist. Die Durchfahrten **6** sind zudem jeweils mit einer Überdachung **34** versehen, das heißt überdacht. Das Fahrassis-

tenzsystem **4** ist nun zur Erkennung der Bordsteininseln und der Überdachung **34** derart ausgebildet, dass die Durchfahrten **6** auch noch erkannt werden, falls die Schranken **26** von anderen, hier nicht gezeigten Fahrzeugen verdeckt sind. Die Auswerteeinheit **10** ist zudem mit einem nicht näher dargestellten Navigationssystem des Fahrzeuges **2** verbunden, welches aufgrund des vorhandenen Kartenmaterials, das heißt einer Zusatzinformation eine Mautstelle in der Nähe des Fahrzeuges **2** zeigt. Aus der Kombination von erkannten und entsprechend bewerteten Umgebungsmerkmalen **12**, hier nämlich der Bordsteininseln, der Überdachung **34** und den Zusatzinformationen aus dem Navigationsgerät wird auf eine mehrspurige beschränkte Durchfahrt **6** geschlossen und diese insbesondere als Mautstelle klassifiziert. Da mehrere Durchfahrten **6** vorhanden sind wählt das Fahrassistenzsystem **4** in dem hier gezeigten Ausführungsbeispiel zusätzlich eine der Durchfahrten **6** zur Anfahrt aus. Dabei werden die Durchfahrten **6** jeweils weitergehend klassifiziert. In der hier gezeigten Ausführungsform erfolgt eine Klassifikation anhand der Anzeige der jeweiligen Signalanlage **30** in passierbar oder gesperrt. Zusätzlich erfolgt eine Klassifikation anhand der Anzahl von hier nicht gezeigten, vor den passierbaren Durchfahrten **6** in Schlange stehenden Fahrzeugen. Im Folgenden wird dann ausgehend von der Position des Fahrzeuges **2** und der ausgewählten Durchfahrt **6** eine Trajektorie T zur Anfahrt ausgewählt.

[0038] Eine ausgewählte Trajektorie T für die Anfahrt einer Durchfahrt **6'** in einer Gesamtszene G mit zwei Durchfahrten **6'**, **6''** ist in **Fig. 4** dargestellt. Die Durchfahrten **6'**, **6''** wurden zunächst aufgrund mehrerer Umgebungsmerkmale **12** erkannt, nämlich anhand einer Fahrspurmarkierung **36**, eines Verkehrsschildes **32** und einer Überdachung **34** sowie anhand des Verlaufes des die Fahrspur **18** begrenzenden Bordsteins **20**. Zusätzlich wurden beide Durchfahrten **6'**, **6''** als passierbar erkannt, jedoch ergibt ein Vergleich mit einem Belegungsgitter, das dem Fahrassistenzsystem **4** beispielsweise von einem hier nicht gezeigten Bordcomputer des Fahrzeuges **2** bereitgestellt wird, dass die rechte Durchfahrt **6''** aufgrund eines diese beanspruchenden Verkehrsteilnehmers **38** nicht befahrbar ist. Es wird daher eine Trajektorie T ausgewählt, die den Fahrer zur linken Durchfahrt **6'** führt. Der Hinweisgeber **14** erzeugt entsprechend geeignete Signale, um dem Fahrer bei der Anfahrt zu assistieren und insbesondere, um das Terminal **28** in optimalem Abstand A anzufahren.

Bezugszeichenliste

2	Fahrzeug
4	Fahrassistenzsystem
6, 6', 6''	beschränkte Durchfahrt
8	Sensor
10	Auswerteeinheit

12	Umgebungsmerkmal
14	Hinweisgeber
16	Steuereinheit
18	Fahrspur
20	Bordstein
22	Säule
24	Querbalken
26	Schranke
28	Terminal
30	Signalanlage
32	Verkehrsschild
34	Überdachung
36	Fahrspurmarkierung
38	Verkehrsteilnehmer
A	Abstand
B	Breite (des Querbalkens)
F	Fahrtrichtung
G	Gesamtszene
H	Höhe (des Querbalkens)
L	Fahrerseite
S	Schrankenhöhe
T	Trajektorie

Patentansprüche

1. Fahrassistenzsystem (4) für ein Fahrzeug (2), das zur Analyse einer Anzahl von Umgebungsmerkmalen (12) einer Gesamtszene (G) sowie zur Erkennung einer in der Gesamtszene (G) angeordneten beschränkten Durchfahrt (6, 6', 6'') anhand der Anzahl von Umgebungsmerkmalen (12) ausgebildet ist.

2. Fahrassistenzsystem (4) nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet**, dass dieses zur Erkennung eines Querbalkens (24) der beschränkten Durchfahrt (6, 6', 6'') ausgebildet ist.

3. Fahrassistenzsystem (4) nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet**, dass dieses zur Erkennung einer Säule (22) der beschränkten Durchfahrt (6, 6', 6'') ausgebildet ist, wobei die Säule (22) und der Querbalken (24) L-förmig zueinander angeordnet sind.

4. Fahrassistenzsystem (4) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass dieses zur Erkennung mehrerer nebeneinander verlaufender Fahrspuren (18) ausgebildet ist, die jeweils eine Überdachung (34) aufweisen.

5. Fahrassistenzsystem (4) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass dieses zur Erkennung der beschränkten Durchfahrt (6, 6', 6'') mittels Vergleich mit hinterlegten Daten ausgebildet ist.

6. Fahrassistenzsystem (4) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eines der Umgebungsmerkmale (12) ausgewählt ist aus einer Gruppe von Umgebungsmerkma-

len (12), umfassend eine Fahrspurmarkierung (36), einen Bordstein (20), eine Überdachung (34), eine Signalanlage (30), ein Verkehrsschild (32), eine Farbmarkierung, oder aus einem Stereokamerabild oder GPS-Koordinaten des Fahrzeuges (2) abgeleitete Umgebungsmerkmale (12).

7. Fahrassistenzsystem (4) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass dieses zur Erkennung der beschränkten Durchfahrt (6, 6', 6'') durch Kombination mehrerer separat erkannter Umgebungsmerkmale (12) und Auswerten der Anordnung dieser Umgebungsmerkmale (12) zueinander ausgebildet ist.

8. Fahrassistenzsystem (4) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass dieses zur Ermittlung wenigstens eines der Umgebungsmerkmale (12) mittels eines Haar-Klassifikators ausgebildet ist.

9. Fahrassistenzsystem (4) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass jedem Umgebungsmerkmal (12) jeweils ein Wert zugeordnet ist und die beschränkte Durchfahrt (6, 6', 6'') anhand der Summe der Werte erkennbar ist.

10. Fahrassistenzsystem (4) nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Erkennung der beschränkten Durchfahrt (6, 6', 6'') als solche der Wert der Summe einen vorgegebenen Schwellwert überschreitet.

11. Fahrassistenzsystem (4) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass dieses zur Erfassung von Zusatzinformationen ausgebildet ist, zur Klassifizierung der beschränkten Durchfahrt (6, 6', 6'').

12. Fahrassistenzsystem (4) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass dieses zur Ermittlung und/oder Auswahl einer Trajektorie (T) ausgebildet ist, die vom Fahrzeug (2) zur beschränkten Durchfahrt (6, 6', 6'') führt.

13. Fahrassistenzsystem (4) nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Trajektorie (T) zumindest teilweise in einem vorgegebenen Abstand (A) bezüglich eines Bordsteins (20) der beschränkten Durchfahrt (6, 6', 6'') verläuft.

14. Fahrassistenzsystem (4) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass dieses einen Hinweisgeber (14) umfasst, der ein Signal ausgibt zur Unterstützung bei der Anfahrt der beschränkten Durchfahrt (6, 6', 6'').

15. Fahrassistenzsystem (4) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**,

net, dass dieses eine Querführungsvorrichtung oder Quer- und Längsführungsvorrichtung aufweist, zur Steuerung des Fahrzeugs quer beziehungsweise quer und längs zur Fahrtrichtung (F).

16. Verfahren zur Analyse einer Anzahl von Umgebungsmerkmalen (**12**) einer Gesamtszene (G) sowie zur Erkennung einer in der Gesamtszene (G) angeordneten beschränkten Durchfahrt (**6**, **6'**, **6''**) mittels eines Fahrassistenzsystems (**4**), insbesondere mittels eines Fahrassistenzsystems nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

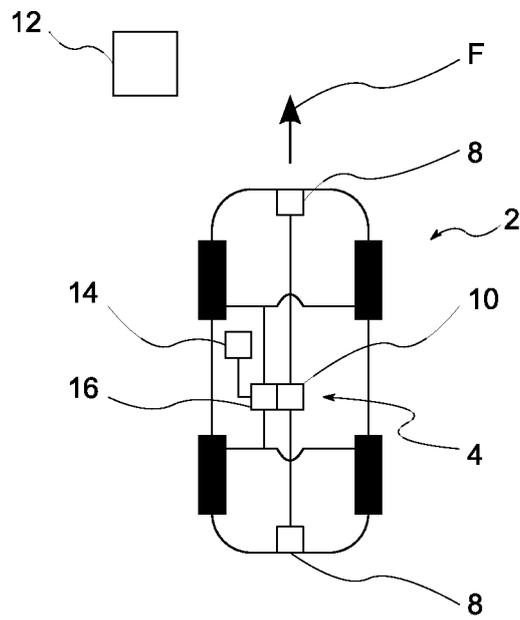


Fig. 1

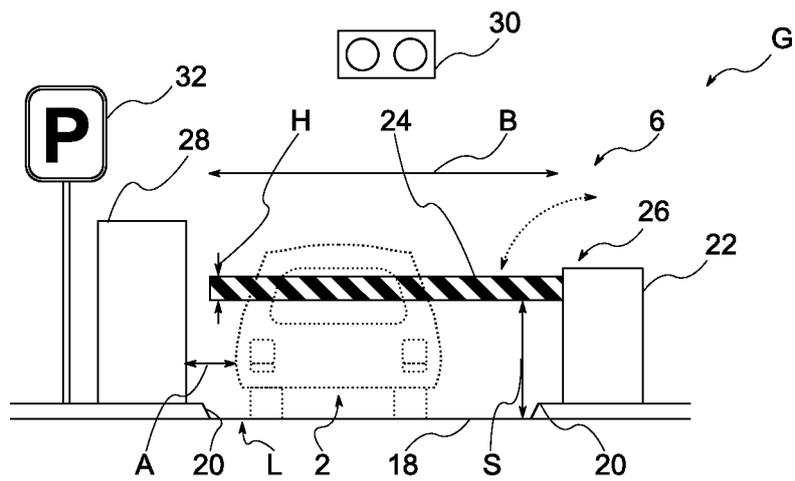


Fig. 2

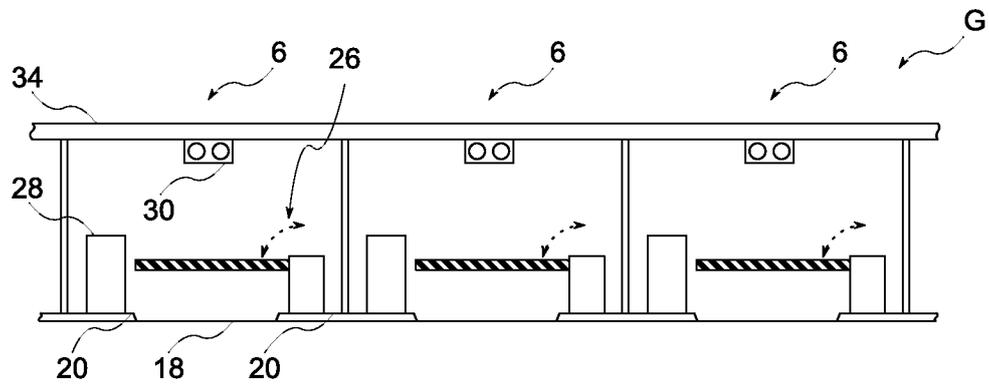


Fig. 3

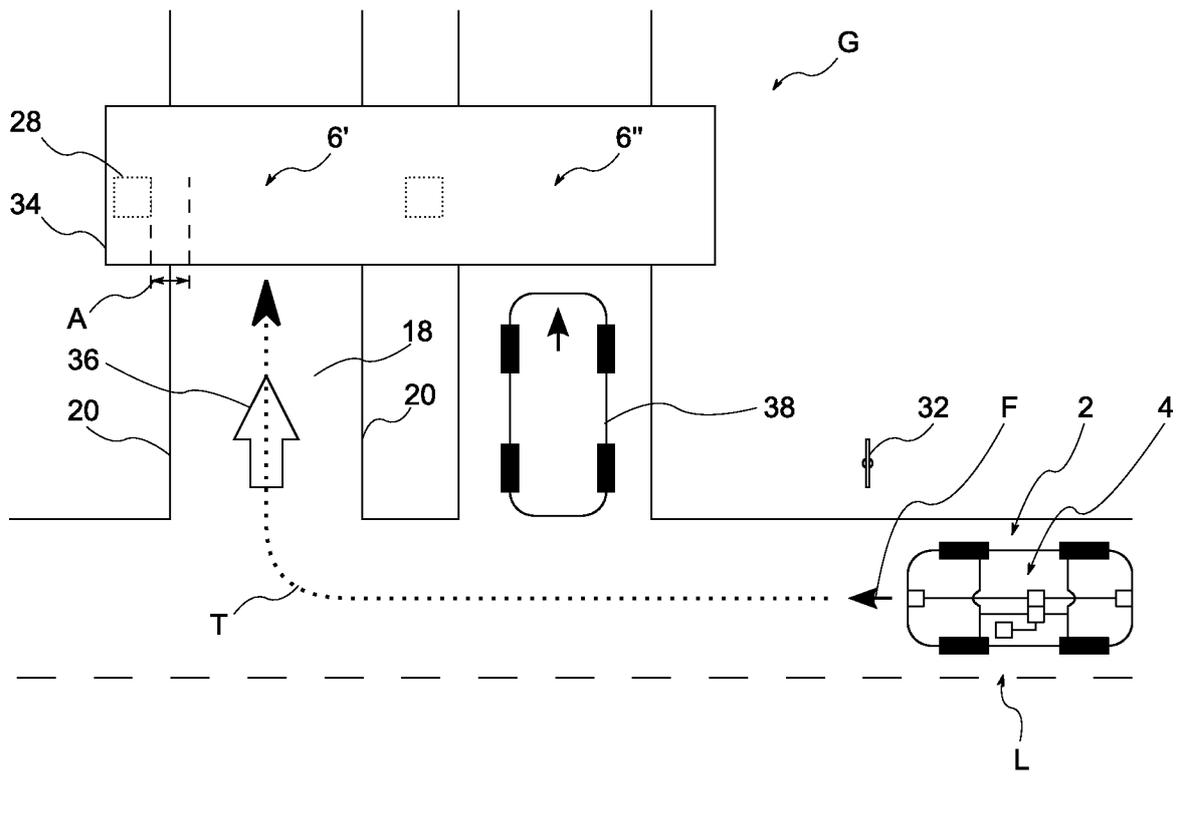


Fig. 4