



(10) **DE 10 2006 011 590 B4** 2019.02.28

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 011 590.2**
(22) Anmeldetag: **10.03.2006**
(43) Offenlegungstag: **13.09.2007**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **28.02.2019**

(51) Int Cl.: **B60W 30/06 (2006.01)**
B60W 40/02 (2006.01)
B60W 50/14 (2012.01)
G08G 1/14 (2006.01)
G06T 7/20 (2017.01)
G06T 7/564 (2017.01)
G01C 11/10 (2006.01)
G06K 9/62 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:

**ADC Automotive Distance Control Systems
GmbH, 88131 Lindau, DE**

(72) Erfinder:

**Jilg, Alexander, 86643 Rennertshofen, DE;
Rohleder, Dirk, 57555 Mundersbach, DE; Seifert,
Timo, 88239 Wangen, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	101 14 932	A1
DE	102 44 148	A1
DE	10 2005 017 360	A1
DE	10 2005 042 853	A1
DE	297 18 862	U1
US	2002 / 0 128 754	A1
EP	1 643 271	B1
EP	10 94 337	A2
EP	1 361 139	A1

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zum Vermessen einer Parklücke**

(57) Hauptanspruch: Vorrichtung zum Vermessen einer Parklücke (5) und zum Unterstützen des Einparkvorgangs in einem Kraftfahrzeug, wobei die Vorrichtung zumindest eine Kamera (2), Mittel zur Datenverarbeitung, ein Anzeigemittel, sowie Sensoren zur Geschwindigkeits- und Lenkwinkelmessung umfasst,

dadurch gekennzeichnet, dass

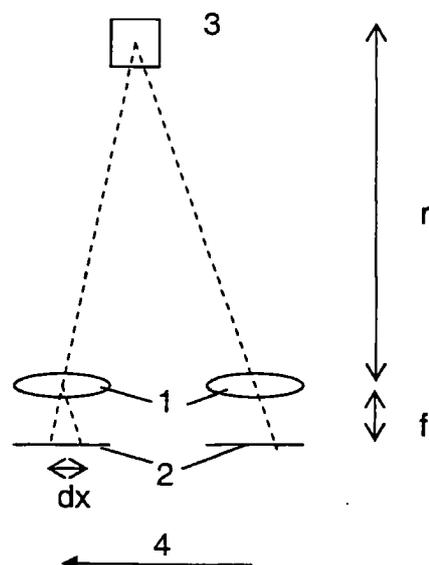
die zumindest eine Kamera (2) zur Beobachtung des seitlichen Umfelds des Kraftfahrzeugs ausgerichtet ist und eine Abstandsinformation über Objektmerkmale (3) aus einer Folge von aufgenommenen Bildern gewonnen wird, wobei das Kraftfahrzeug eine Geschwindigkeit ungleich Null aufweist und die Position des Kraftfahrzeugs relativ zum Objektmerkmal (3) anhand von Beschleunigung und Lenkwinkel berücksichtigt wird,

wobei

i) in den Bilddaten eines Bildes vorgegebene Objektmerkmale (3) identifiziert und ihre Bildpositionen gespeichert werden, und

ii) die Merkmale (3) in den darauf folgend aufgenommenen Bildern gezielt gesucht werden und ihre neuen Bildpositionen gespeichert werden und

iii) die beobachtete Verschiebung (dx) der Objektmerkmale in der Bilderfolge anhand der relativen Position des Kraftfahrzeugs zum Zeitpunkt der Bildaufnahme plausibilisiert wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Vermessen einer Parklücke und zum Unterstützen des Einparkvorgangs in einem Kraftfahrzeug nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Im Stand der Technik sind Vorrichtungen bekannt, die das Einparken von Kraftfahrzeugen unterstützen. Z.B. wird in DE 10 2005 017 360 A1 ein Einparkassistent mit Anzeigeeinrichtung offenbart. Diese Vorrichtung umfasst eine Anzeigeeinrichtung, eine Vorrichtung zum Vermessen von Parklücken, ein Steuergerät und einen Lenkaktuator. Dabei weist die Anzeigevorrichtung eine Vielzahl von Anzeigezuständen auf, um den Fahrer über Parklücke betreffende Parameter zu informieren. Eine weitere Schrift EP 1 361 139 A1 beschreibt ein Verfahren zum Betreiben eines Parkhilfesystems. Das vorgestellte Verfahren weist dabei die Schritte a) Bestimmen der Länge und/oder Breite einer Parklücke, b) Berechnung von zumindest einem denkbaren Ein- oder Ausparkablauf für das Fahrzeug und c) eine geeignete visuelle Darstellung des berechneten Verlaufs für den Fahrer. Z.B. wird in der US-Schrift US 2002/ 0 128 754 A1 ein System vorgestellt, dass durch eine Kamera ein Bild des Raumes hinter dem Kraftfahrzeug aufnimmt und über eine geeignete Sensorik und Recheneinheit eine Einparktrajektorie berechnet. Eine weitere Möglichkeit zur Unterstützung des Einparkvorgangs besteht in der Verwendung Abstandssensoren (Ultraschall-, Lidar- und Radarsensoren) wie es z. B. in DE 297 18 862 U1 beschrieben wird. Die DE 10 2005042 853 A1 beschreibt ferner ein Verfahren zur Ermittlung der Geometrie und Position einer Parklücke in Bezug auf die Position eines Fahrzeugs, das an der Parklücke vorbeifährt, wobei eine an einer Längsseite des Fahrzeugs angeordnete Ultraschallsensoreinrichtung wiederholt Ultraschallimpulse in Richtung auf die Parklücke aussendet und dass in Abhängigkeit von den zurückreflektierten Ultraschallimpulsen die Länge und die Tiefe der Parklücke bestimmt werden. Die EP 1 643 271 B1 beschreibt ein Verfahren zum Klassifizieren von Seitenbegrenzungen einer Parklücke für ein Einparkassistentensystem eines Kraftfahrzeugs mit mindestens einem Abstandssensor. Die DE 102 44 148 A1 betrifft ein Verfahren zur Beobachtung und Vermessung der seitlichen Umgebung eines Fahrzeugs, vorwiegend zur Detektion von Parklücken, wobei mittels einer Kamera digitale Bilder aufgezeichnet, mit einem Zeitstempel versehen und zwischengespeichert werden. Anhand der genannten Schriften wird deutlich, dass das Vermessen von potentiellen Parklücken eine zentrale Funktion von Einparkassistenten einnimmt.

[0003] Der vorliegenden Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur effektiven und sicheren Vermessung einer Parklücke und zum

Unterstützen des Einparkvorgangs in einem Kraftfahrzeug anzugeben.

[0004] Die Aufgabe wird erfinderisch gemäß dem unabhängigen Patentanspruch 1 gelöst. Die abhängigen Unteransprüche zeigen vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterentwicklungen der Erfindung auf.

[0005] Es wird Vorrichtung zum Vermessen einer Parklücke und zum Unterstützen des Einparkvorgangs in einem Kraftfahrzeug angegeben. Die Vorrichtung umfasst zumindest einen Bildaufnehmer (Kamera), Mittel zur Datenverarbeitung, ein Anzeigemittel und Sensoren zur Geschwindigkeits- und Lenkwinkelmessung. Zumindest ein Bildaufnehmer ist zur Beobachtung des seitlichen Umfelds des Kraftfahrzeugs vorgesehen. Durch die flächige Bildaufnahme und Bildverarbeitung ist es möglich, den freien Parkraum und alle begrenzenden Objekte in einem großen Winkelbereich gleichzeitig zu bestimmen. Eine alternative Verwendung einer Vorrichtung, die mehrere Strahlsensoren umfasst, würde viel mehr Messungen benötigen, um zu einem ähnlichen Resultat (Beobachtungsbereich, Ortsauflösung) zu gelangen. Vorzugsweise ist der Bildaufnehmer so positioniert, dass das Umfeld rechts vom Kraftfahrzeug aufgenommen wird. In einer weiteren Ausgestaltung werden beide Seitenbereiche des Kraftfahrzeugs überwacht. Vorzugsweise ist der Bildaufnehmer so ausgerichtet, dass ihre Blickrichtung senkrecht zur Fahrtrichtung ist. Dabei ist der Bildaufnehmer schräg nach unten ausgerichtet, um auch niedrige Objekte nah bei dem Eigenfahrzeug detektieren zu können. Bewegt sich das Kraftfahrzeug wird der Abstand zwischen Bildaufnehmer und Objekt aus einer Folge von aufgenommenen Bildern bestimmt. Bei der Auswertung der Bilddaten wird die relative Position des Kraftfahrzeugs zum Objekt anhand von Beschleunigung und Lenkwinkel berücksichtigt. In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung werden in den Bilddaten eines Bildes vorgegebene Objektmerkmale identifiziert. Diese Auswahl wird z. B. anhand von horizontalen Gradienten getroffen. Der horizontale Gradient ist i. d. R. groß, wenn im Bild z.B. das Ende oder der Anfang von Objekten, z. B. bereits parkenden Fahrzeugen, erreicht wird und ein anderer Hintergrund im Bild sichtbar wird. Die Bildpositionen der vorgegebenen, relevanten Objektmerkmale werden gespeichert. Die Merkmale werden in den darauf folgend aufgenommenen Bildern gezielt gesucht und ihre neuen Bildpositionen werden ebenfalls gespeichert. Die beobachtete Verschiebung der Objektmerkmale in der Bildfolge wird mit den Bewegungsdaten des Kraftfahrzeugs verglichen. Anhand dieses Vergleichs wird plausibilisiert, ob es sich tatsächlich um relevante Objekte handelt, z.B. parkende Fahrzeuge, Bordsteine, Parkplatz-Begrenzungsmarkierungen etc. In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung wird ein Objekt nur als ein Hindernis erkannt, wenn ihre

Höhe einen vorgegebenen Wert überschreitet. Die Höhe eines Objekts wird aufgrund seiner Form im Bild und seiner Ausmaße aus verschiedenen Perspektiven (bewegtes Kraftfahrzeug) bestimmt. Objekte mit geringerer Höhe werden als Bodenziele klassifiziert. Vorzugsweise nimmt der vorgegebene Wert für die vorgegebene Höhe einen Wert zwischen 5 und 15 cm ein. In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung beträgt der Wert der vorgegebenen Höhe 10 cm.

[0006] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung die Begrenzung einer potentiellen Parklücke anhand eines vorgegebenen Höhensprungs von Objekten erkannt wird. Es wird die Begrenzung einer potentiellen Parklücke anhand eines vorgegebenen Höhensprungs bei Bodenzielen bestimmt, insbesondere wenn kein Hindernis vorhanden ist. Ein Höhensprung bei ausgedehnten Objekten stellt typischerweise eine Bordsteinkante dar, die einen Parkplatz begrenzt. Alternativ kann ein Bordstein auch über einen Linien- bzw. Kantenfindungsalgorithmus erkannt werden. In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung werden die Abmessungen einer potentiellen Parklücke mit einer zuvor abgelegten Mindestgröße für Parklücken verglichen. In einer vorteilhaften Ausführungsform werden zumindest je eine Mindestgröße für das Einparken in eine Lücke parallel und senkrecht zur Fahrbahn abgelegt. Über ein Anzeigemittel wird dem Fahrer signalisiert, ob es sich um eine ausreichend große Parklücke handelt oder nicht. Ein solches Anzeigemittel kann optisch, haptisch oder akustisch ausgestaltet sein. In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung wird eine vorteilhafte Einparktrajektorie berechnet und dem Fahrer angezeigt bzw. es werden Aktuatoren zum automatischen Einparken des Fahrzeugs angesteuert.

[0007] Die Erfindung wird im Folgenden anhand von Figuren und Ausführungsbeispielen näher beschrieben.

[0008] Es zeigt

Fig. 1: Aufnahme eines vorgegebenen Bildmerkmals in einer Bilderfolge

Fig. 2: Schematisches Bild der seitlichen Kraftfahrzeugumgebung

Fig. 3: Bildverarbeitung für Bild 1 und Bild n

[0009] In **Fig. 1** ist die Aufnahme eines vorgegebenen Bildmerkmals in einer Bilderfolge schematisch dargestellt. Der Pfeil **4** unten im Bild bezeichnet die Bewegungsrichtung des Fahrzeugs. Der zwischen der Aufnahme von zwei Bildern zurückgelegte Weg wird durch die Pfeillänge **4** repräsentiert. Es ist jeweils die Linse **1** mit der Brennweite f und der Bildaufnehmer **2** zu den beiden Aufnahmezeitpunkten dargestellt. Ein Merkmal **3** wird also aus zwei unterschiedlichen Perspektiven aufgenommen und wird an unterschiedli-

chen Orten im Bild dargestellt.- Die Verschiebung des Merkmals **3** von der ersten zur zweiten Aufnahme ist in **Fig. 1** mit dx gekennzeichnet. Der Abstand r des Merkmals **3** kann mit der folgenden Beziehung bestimmt werden

$$r = \frac{f}{\text{PixelSizeX} \cdot \Delta px} \cdot \Delta S_{\text{Fahrzeug}}$$

wobei f die Brennweite der Linse, PixelSize X die Größe eines Bildpixels und Δpx die Anzahl der Pixel angibt, die zwischen dem Abbildungsort der ersten und zweiten Aufnahme von Merkmal **3** liegen. Für die Bestimmung von Höhe und Position des Messpunkts in Fahrtrichtung wird neben der Tiefeninformation auch die Position des Merkmals **3** im letzten betrachteten Bild und die Information über die Einbaulage und die Brennweite der Kamera benutzt. Dazu werden die Polarkoordinaten in kartesische Koordinaten transformiert. In **Fig. 2** ist eine schematische Aufnahme der seitlichen Kraftfahrzeugumgebung dargestellt, so wie sie von einer hier beanspruchten Vorrichtung zur Parklückenvermessung aufgenommen wird. Der Bewegung des einzuparkenden Fahrzeugs ist mit einem Pfeil **4** gekennzeichnet. Der freie Raum zum Parken wird zu einem durch Hindernisse, in diesem Fall Fahrzeug **6** und Fahrzeug **7** begrenzt. Beide Fahrzeuge werden aufgrund ihrer Höhe als Hindernis erkannt. Zum anderen werden zwischen den Fahrzeugen **6** und **7** weitere Objekte mit geringer Höhe (Bodenziele) erkannt. Die schraffierte Fläche **9** wird z.B. durch einen Kantenfindungsalgorithmus identifiziert. Schraffierte Flächen **9** sind i. d. R. Sperrflächen, die zwar beim Einparkvorgang überfahren werden dürfen, aber nicht als Parkfläche freigegeben sind. Die Erkennung von Sperrflächen **9** ist also sowohl für die Bestimmung der Größe einer Parklücke als auch für eine Berechnung einer vorteilhaften Einparktrajektorie relevant. In der Tiefe ist die Parklücke **5** durch einen Bordstein **8** begrenzt. Ein Bordstein wird in diesem Ausführungsbeispiel anhand eines vorgegebenen Höhensprungs von Objekten (Bodenzielen) erkannt. Alternativ ist aber auch eine Bordsteinerkennung durch Linien- bzw. Kantenfindung möglich. Bei einem Einparkvorgang parallel zur Fahrtrichtung des Kraftfahrzeugs wird durch die Messung von Bordsteinkanten die Tiefe einer Parklücke bestimmt. Zudem wird angenommen, dass der Parkplatz parallel zur Bordsteinkante verläuft und eine Einparktrajektorie wird entsprechend berechnet. I. d. R. werden auch in einer freien Parklücke **5** Bodenziele detektiert. Diese können durch Schattenwurf, Unebenheiten im Belag, Flecken auf dem Belag, Laub oder andere Objekte verursacht werden. Wäre dieser Platz von einem Anderen Objekt (Fahrzeug) belegt, wären die Bodenziele nicht sichtbar. Somit kann auch bei undeutlichen oder schlecht beleuchteten Hindernissen (**6**, **7**) durch eine Auswertung von Bodenzielen auf einen freien Parkraum geschlossen und die

Abmessungen einer Parklücke ermittelt werden. In **Fig. 3** ist eine vorteilhafte Bildverarbeitung für ein erstes und ein n-tes aufgenommenes Bild dargestellt. Für ein erstes aufgenommenes Bild werden Objektmerkmale, die mit hoher Wahrscheinlichkeit relevant sind, ausgewählt. Dafür werden Kantenfindungsverfahren verwendet, insbesondere wird der horizontale Gradient untersucht. Sowohl das Bild **1** als auch die Positionen der relevanten Merkmale werden gespeichert. Wird nun ein n-tes Bild aufgenommen, so werden die Bilddaten der Bilder n und n-1 dahingehend miteinander verglichen, ob dieselben relevante Merkmale in beiden Bildern zu finden sind. Die Suche kann durch die bekannten Positionen der relevanten Merkmale der vorher aufgenommenen Bilder unterstützt werden. Die in einem vorherigen Bild als relevant identifizierten Merkmale werden im Bild n mit einem Pattern Matching Verfahren gesucht. Dabei wird eine Kreuzkorrelation der nacheinander aufgenommenen Bilddaten berechnet. Ein Objekt gilt als identifiziert, wenn das Ergebnis der Kreuzkorrelation ein globales Maximum einnimmt. Die Verschiebung des Objekts im Bild dPx wird mit den neuen Koordinaten des Objektmerkmals an einen Abstandsrechner übergeben, wenn eine vorgegebene Anzahl von Verschiebungsinformationen über dasselbe Objektmerkmal vorliegt. In diesem Beispiel nimmt die vorgegebene Anzahl einen Wert zwischen 2 und 6 ein. Die Bewegung eines Objektmerkmals in einer Bilderfolge wird anhand der Fahrzeugbewegung plausibilisiert. Bei kleineren Abweichungen werden Korrekturen durchgeführt. Objektmerkmale die sich nicht sinnvoll verhalten werden verworfen. Aus der Verschiebung des Objektmerkmals kann wie weiter oben beschrieben der radiale Abstand zur Kamera berechnet werden. Für die Bestimmung von Höhe und Position des Messpunkts in Fahrrichtung wird neben der Tiefeninformation auch die Position des Merkmals **3** im letzten betrachteten Bild und die Information über die Einbaulage und die Brennweite der Kamera benutzt. Dazu werden die Polarkoordinaten in kartesische Koordinaten transformiert.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Vermessen einer Parklücke (5) und zum Unterstützen des Einparkvorgangs in einem Kraftfahrzeug, wobei die Vorrichtung zumindest eine Kamera (2), Mittel zur Datenverarbeitung, ein Anzeigemittel, sowie Sensoren zur Geschwindigkeits- und Lenkwinkelmessung umfasst, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zumindest eine Kamera (2) zur Beobachtung des seitlichen Umfelds des Kraftfahrzeugs ausgerichtet ist und eine Abstandsinformation über Objektmerkmale (3) aus einer Folge von aufgenommenen Bildern gewonnen wird, wobei das Kraftfahrzeug eine Geschwindigkeit ungleich Null aufweist und die Position des Kraftfahrzeugs relativ zum Objektmerkmal (3)

anhand von Beschleunigung und Lenkwinkel berücksichtigt wird,

wobei

i) in den Bilddaten eines Bildes vorgegebene Objektmerkmale (3) identifiziert und ihre Bildpositionen gespeichert werden, und

ii) die Merkmale (3) in den darauf folgend aufgenommenen Bildern gezielt gesucht werden und ihre neuen Bildpositionen gespeichert werden und

iii) die beobachtete Verschiebung (dx) der Objektmerkmale in der Bilderfolge anhand der relativen Position des Kraftfahrzeugs zum Zeitpunkt der Bildaufnahme plausibilisiert wird.

2. Vorrichtung zum Vermessen einer Parklücke nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Objektmerkmal (3) nur als ein Hindernis erkannt wird, wenn die Objekthöhe einen vorgegebenen Wert überschreitet, wobei ein Objekt mit geringerer Höhe als Bodenziel erkannt wird.

3. Vorrichtung zum Vermessen einer Parklücke nach Anspruch 2 **dadurch gekennzeichnet**, dass der vorgegebene Wert für die Höhe einen Wert zwischen 5 und 15 cm einnimmt.

4. Vorrichtung zum Vermessen einer Parklücke nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Begrenzung einer potentiellen Parklücke (5) anhand eines vorgegebenen Höhensprungs von Objekten erkannt wird.

5. Vorrichtung zum Vermessen einer Parklücke nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass nach einem Vergleich zwischen den gemessenen Abmessungen einer potentiellen Parklücke (5) und einer zuvor abgelegten Mindestgröße für Parklücken mittels eines Anzeigemittels dem Fahrer signalisiert wird, ob es sich um eine ausreichend große Parklücke handelt oder nicht.

6. Vorrichtung zum Vermessen einer Parklücke nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Einparktrajektorie berechnet wird, die für den Einparkvorgang vorteilhaft ist, und die Einparktrajektorie dem Fahrer angezeigt wird.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

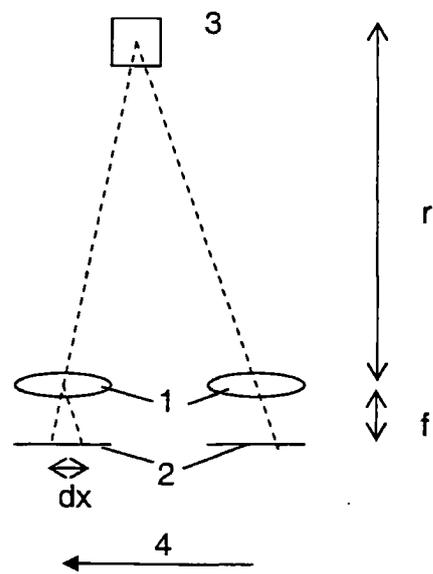


Fig. 1

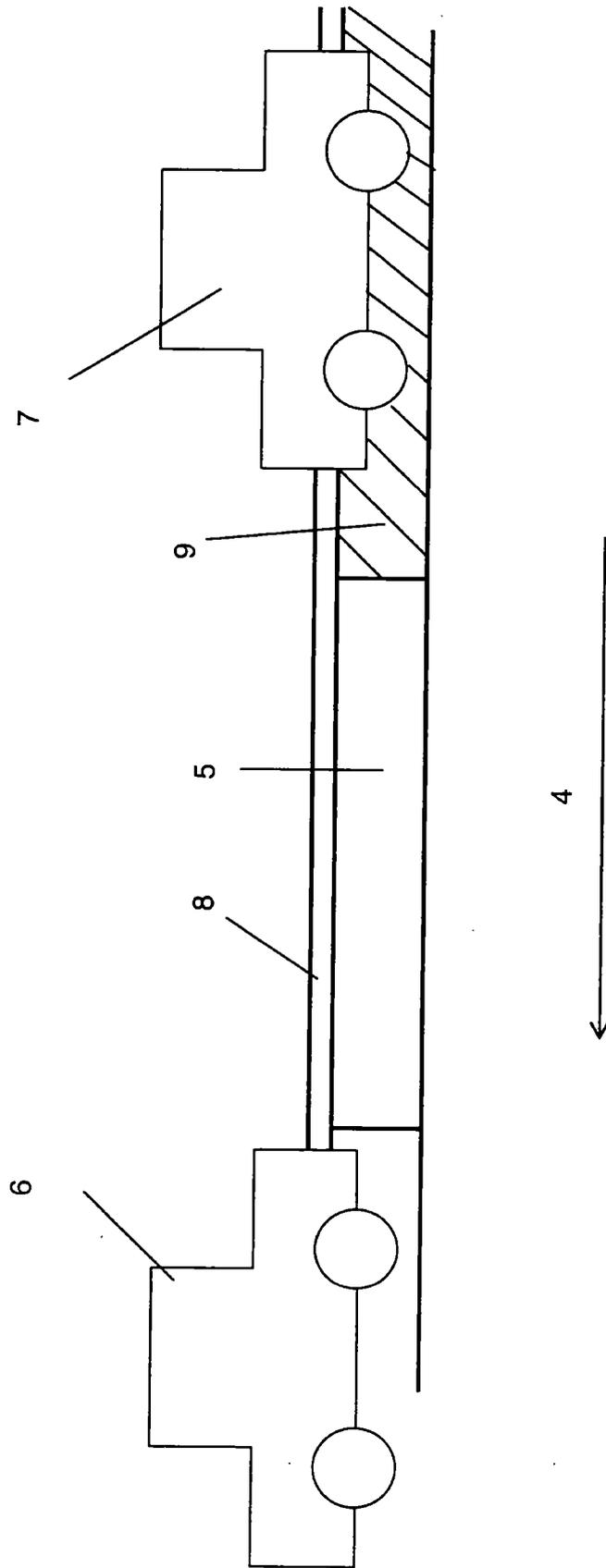


Fig. 2

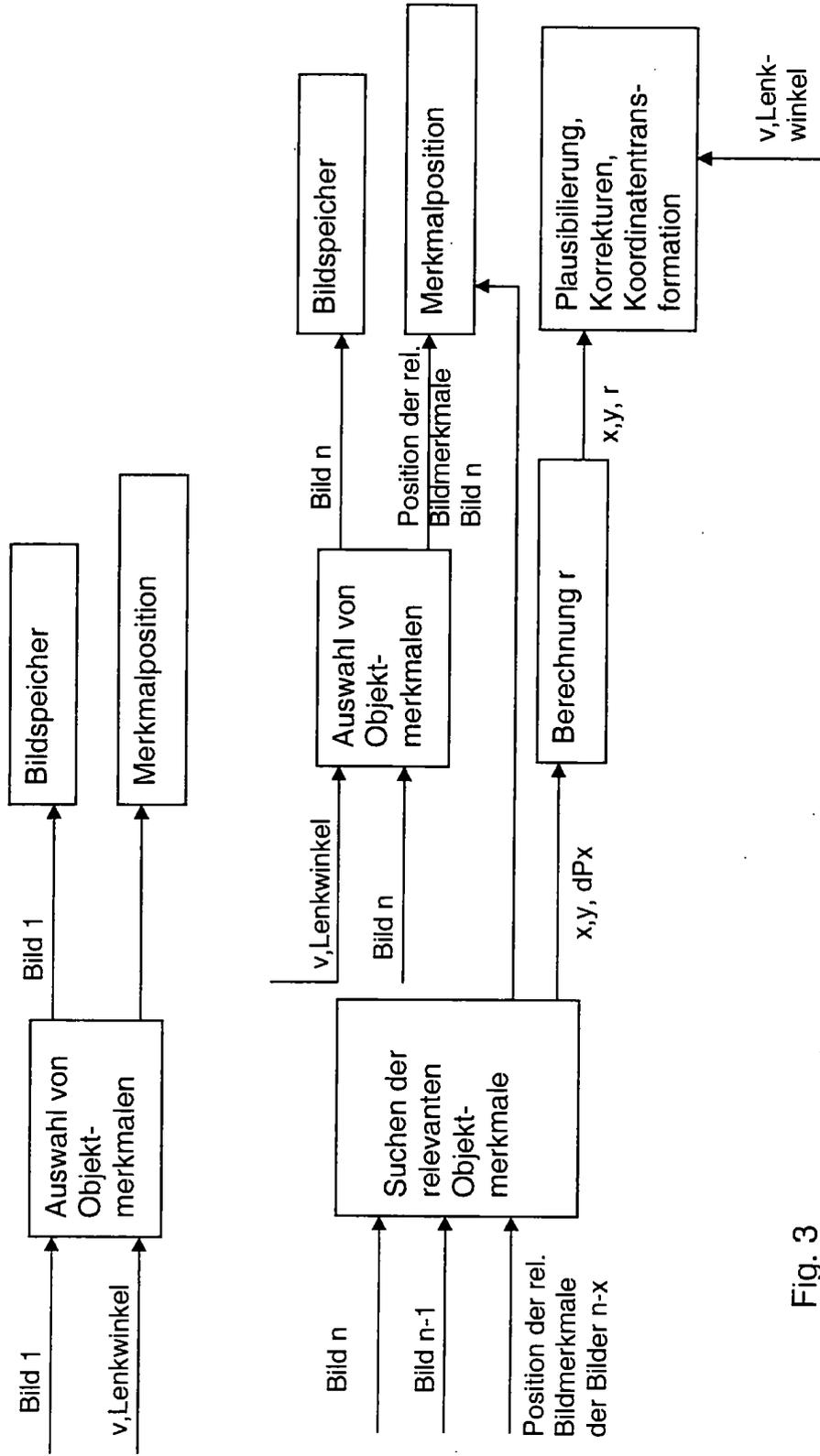


Fig. 3