

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 1103/2008
(22) Anmeldetag: 16.07.2008
(45) Veröffentlicht am: 15.12.2011

(51) Int. Cl. : **G05D 1/02** (2006.01)
G05D 3/12 (2006.01)
G01C 21/00 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
EP 1916504A2 DE 4429016A1
DE 10323225A1 DE 10323418A1
DE 10342767A1

(73) Patentinhaber:
ZENO TRACK GMBH
A-1220 WIEN (AT)

(72) Erfinder:
ESSATI ALEC DIPL.ING.
WIEN (AT)

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM ERFASSEN DER POSITION EINES FAHRZEUGES IN EINEM DEFINIERTEN BEREICH**

(57) Verfahren und Vorrichtung zum Erfassen der Position eines Fahrzeuges (4) in einem definierten Bereich, wobei eine absolute Referenzposition (3) des Fahrzeuges (4) und eine Relativbewegung (8) des Fahrzeuges erfasst werden, wobei zum Erfassen der Referenzposition (3) ein digitales Bild (1') der Umgebung des Fahrzeuges (4) aufgenommen wird, in dem digitalen Bild (1') zumindest eine visuelle Markierung (2) ermittelt wird und die Referenzposition (3) des Fahrzeuges (4) in Bezug auf die ermittelte visuelle Markierung (2) bestimmt wird.

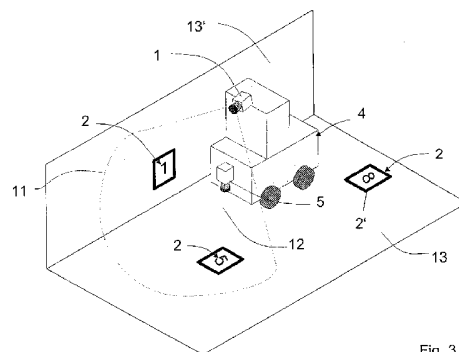


Fig. 3

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erfassen der Position eines Fahrzeuges in einem definierten Bereich, wobei eine absolute Referenzposition des Fahrzeuges und eine Relativbewegung des Fahrzeuges erfasst werden, wobei zum Erfassen der absoluten Referenzposition ein digitales Bild der Umgebung des Fahrzeuges aufgenommen wird, in dem digitalen Bild zumindest eine visuelle Markierung ermittelt wird und die Referenzposition des Fahrzeuges in Bezug auf die ermittelte visuelle Markierung bestimmt wird, sowie eine Vorrichtung zum Erfassen der Position eines Fahrzeuges in einem definierten Bereich, wobei zumindest eine Sensoreinrichtung zum Erfassen einer Referenzposition des Fahrzeuges und zum Erfassen einer Relativbewegung des Fahrzeuges vorgesehen ist, wobei eine bildgebende Sensoreinrichtung zum Bestimmen der Referenzposition vorgesehen ist.

[0002] Die Erfassung der aktuellen Position eines Fahrzeuges in einem definierten Bereich ist in den verschiedensten Anwendungen von hoher Bedeutung. Beispielsweise ist die Positionsbestimmung von Flurförderfahrzeugen (z.B. von Gabelstaplern) im Bereich der Lagerlogistik (Lagerverwaltung) von großer Bedeutung, da hierdurch eine automatische Chargenverfolgung ermöglicht wird. Hierzu sind verschiedenste Verfahren bzw. Vorrichtungen bekannt, wobei es insbesondere bekannt ist, eine absolute Referenzposition des Fahrzeuges zu erfassen ebenso wie die Relativbewegung des Fahrzeuges und somit die aktuelle Position des Fahrzeuges mit Hilfe eines Koppelnavigationssystems zu bestimmen.

[0003] Aus der DE 44 29 016 A1 ist ein Navigationssystem von fahrerlosen Fahrzeugen, insbesondere von Transportsystemen in Hallen, bekannt, welche mittels eines mit dem Fahrzeug bewegten bildgebenden Sensors kontrastreiche Objekte in der Umgebung, insbesondere Deckenleuchten, aufnehmen. Aus der Lage dieser Deckenleuchten werden sodann Position und Lagewinkel des Fahrzeuges bestimmt. Durch die Verwendung der kontrastreichen Deckenleuchten für die Erfassung einer absoluten Referenzposition sollen die Kosten des Navigationssystems gering gehalten werden.

[0004] Abgesehen davon, dass die Unterscheidung - üblicherweise gleich ausgestalteter - Deckenleuchten über einen optischen Sensor, z.B. bei einer CCD-Kamera oder Photodioden-Arrays, tatsächlich nicht bzw. jedenfalls nur mit einer hohen Fehlerquote machbar ist, ist zum Erfassen der Relativbewegung des fahrerlosen Fahrzeuges ein Nachlaufrad vorgesehen, das über eine vertikale Achse und um diese drehbar mit dem Fahrzeug verbunden ist. Aus dem Drehwinkel des Rades um seine Achse und aus dem Drehwinkel des horizontalen Versatzes um die vertikale Achse soll somit über eine Koppelnavigation die Position des Fahrzeuges bestimmt werden. In der Praxis haben sich derartige Nachlaufräder jedoch (insbesondere aufgrund von Problemen mit Schlupf und Drift) als äußerst ungenau erwiesen.

[0005] Aus der WO 01/13192 A1 ist weiters ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Erfassen der Position eines Fahrzeuges bekannt, bei welchem an der Decke einer Lagerhalle zuvor reflektierende Markierungen angebracht werden müssen, welche von dem Fahrzeug beim Unterfahren einer Markierung erfasst werden können, sodass hierdurch zu diesem Zeitpunkt eine Referenzposition erfasst und gespeichert werden kann. Zudem ist gemäß der WO-Schrift ein Rad-Encoder vorgesehen, der in zeitlichen Abständen die vom Fahrzeug zurückgelegte Strecke erfasst; weiters wird mittels eines Gyroskops der Drehwinkel des Fahrzeuges erfasst. Die aktuelle Position des Fahrzeuges kann sodann mittels Koppelnavigation aus Referenzposition und der mittels Vektoraddition ermittelten relativen Wegstrecke bestimmt werden. Nachteilig ist hier insbesondere, dass die Montage der reflektierenden Markierungen im Deckenbereich einer Lagerhalle sehr aufwändig und kostenintensiv ist und zudem das Erfassen der Referenzposition nicht immer zuverlässig gewährleistet ist. Weiters ergeben sich bei der Messung der Relativbewegung mittels des Rad-Encoders und eines Gyroskops Probleme bei Schlupf und Drift (z.B. Durchdrehen der Räder) des Fahrzeuges, so dass häufig eine unrichtige relative Wegstrecke ermittelt wird.

[0006] Um diese Nachteile bei der Erfassung der Relativbewegung zu beseitigen, wird in der

EP 1 916 504 A2 vorgeschlagen, digitale Bilddaten einer Referenzfläche von aufeinander folgenden diskreten Frames zu erfassen, sodann den ersten von zwei aufeinander folgenden Frames in mehrere Makroblöcke zu unterteilen, um diese Makroblöcke darauffolgend im zweiten Frame zu ermitteln, wobei in Abhängigkeit der Verschiebungsvektoren der Positionen der Makroblöcke die Relativverschiebung des Fahrzeuges bestimmt werden kann. Hierdurch können zwar die Messungenauigkeiten, die beim Ermitteln der Relativbewegung mittels eines Rad-Encoders und eines Gyroskops auftreten, beseitigt werden, jedoch handelt es sich nachteiligerweise um ein relativ aufwändiges Bildverarbeitungsverfahren, welches vergleichsweise langsam ist und einen hohen Speicherbedarf aufweist. Nachteilig ist jedoch insbesondere, dass zur Erfassung der absoluten Referenzposition auch gemäß der EP 1 916 504 nach wie vor die sehr aufwändige und kostenintensive Montage von reflektierenden Markierungen im Deckenbereich erforderlich ist.

[0007] Ein ähnliches Verfahren bzw. eine ähnliche Vorrichtung zur Erfassung einer Referenzposition eines Fahrzeuges in einer Lagerhalle ist weiters aus der US 2007/10143006 A1 bekannt. Hier werden eine Vielzahl von Transpondern am Hallenboden angebracht, mit deren Hilfe sodann eine Referenzposition des Fahrzeuges ermittelt werden soll. Auch hierbei handelt es sich um ein technisch sehr komplexes System mit einer Vielzahl von Sensoren, die vor allem bei flächenmäßig großen definierten Bereichen einen äußerst hohen Installations- und Investitionsaufwand verursachen.

[0008] In der DE 103 46 596 A1 wird ebenfalls die Erfassung einer absoluten Referenzposition mit Hilfe von zuvor verlegten Messstreifen vorgeschlagen. Weiters wird mit Hilfe einer Inkrementalpositions-Erfassungseinheit durch vektorielle Summation inkrementaler Bewegungsvektoren eine relative Positionsbestimmung vorgenommen, wobei ein Parameter zum Anzeigen der Qualität der erfassten Absolutposition ermittelt wird. In Abhängigkeit von der Qualität dieses Parameters wird die Position des Fahrzeuges im vorgegebenen Bereich entweder im Absolutmodus oder jedoch im Inkrementalmodus ausgegeben, d.h. nachteiligerweise werden hier die absoluten und relativen Messergebnisse nicht miteinander verschmolzen, sondern es wird die Messung schlechterer Qualität zur Gänze verworfen.

[0009] Aus der US 2007/0150111 A1 ist noch ein omnidirektionaler Roboter bekannt, der bodenseitig einen so genannten „Optical flow“-Sensor aufweist, mit welchem die Relativbewegung des Roboters erfasst wird. Die Erfassung einer Referenzposition in einem vordefinierten Bereich ist hierbei jedoch nicht vorgesehen.

[0010] Aus der DE 103 23 225 A1 und der DE 103 23 418 A1 sind andersartige Verfahren zur Erkennung von Ortsmarken durch eine nach oben schauende Kamera bekannt. Hierbei erfolgt keine Positionsbestimmung eines Fahrzeuges in einem definierten Bereich, sondern es wird punktuell bestimmt, ob Formen von Objektmarken identisch mit jenen von Bezugsmarken sind, ob der Abstand zwischen den Objektmarken mit jenen zwischen den Bezugsmarken identisch ist, und, ob das Umgebungsbild von Objektmarken mit jenen von den Bezugsmarken identisch ist. Hierdurch kann - sofern eine Objektmarke als Ortsmarke identifiziert wird - punktuell der Ort einer Roboterreinigungsvorrichtung bestimmt werden.

[0011] Aus der DE 103 42 767 A1 ist zudem ein transponderunterstütztes Positioniersystem bekannt, in welchem eine Vielzahl von verteilt angeordneten, in den Boden des Lagers eingebrachten Transpondereinrichtungen vorgesehen werden muss. Jede Transpondereinrichtung speichert hierbei Informationen, die zumindest indirekt die Position der entsprechenden Transporteinrichtung innerhalb des Lagers repräsentieren. Hiermit soll eine Position mit den Waren innerhalb des Lagers eingelagert werden, bestimmt und gespeichert werden können. Da bei einem derartigen System somit die Einbringung einer Vielzahl von verteilt angeordneten Transpondern in einem Lagerboden erforderlich ist, ist ein derartiges System äußerst aufwändig und kostenintensiv.

[0012] Ziel der vorliegenden Erfindung ist es demzufolge, ein Verfahren und eine Vorrichtung der eingangs angeführten Art zu schaffen, wobei der Installations- und Investitionsaufwand zum Erfassen einer absoluten Referenzposition gering gehalten werden kann, zugleich jedoch eine

genaue Positionsbestimmung des Fahrzeuges im definierten Bereich gewährleistet ist.

[0013] Erfindungsgemäß wird dies bei dem Verfahren der eingangs angeführten Art dadurch erzielt, dass zum Erfassen der Relativbewegung des Fahrzeuges ein erstes digitales Bild eines Ausschnitts des definierten Bereichs in der Umgebung des Fahrzeuges aufgenommen wird, in dem ersten digitalen Bild zumindest ein markantes Muster ermittelt wird, anschließend ein zweites digitales Bild eines zweiten Ausschnitts in der Umgebung des Fahrzeuges aufgenommen wird, und in dem zweiten digitalen Bild das markante Muster ermittelt wird, so dass aus der Verschiebung des markanten Musters zwischen dem ersten und dem zweiten Bild die Relativbewegung des Fahrzeuges ermittelt wird.

[0014] Durch die Aufnahme eines digitalen Bilds der Umgebung des Fahrzeuges, d.h. eines lokalen Ausschnitts aus dem vorab definierten Bereich und der Ermittlung einer visuellen Markierung in dem digitalen Bild, wobei die Position dieser visuellen Markierung im definierten Bereich unverändert bleibt, kann auf einfache Weise die Position des Fahrzeuges in Bezug auf die detektierte visuelle Markierung bestimmt werden und aufbauend auf der bekannten Position der visuellen Markierung in dem definierten Bereich somit eine absolute Referenzposition des Fahrzeuges laufend ermittelt werden, ohne dass hierfür spezielle reflektierende Markierungen, Transponder oder dergl. vorab in den definierten Bereich verlegt werden müssen. Vorteilhafterweise kann beispielsweise bei Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens in der Lagerlogistik von bereits bestehenden visuellen Markierungen, wie beispielsweise im Lager bereits vorhandenen Markierungen am Boden (z.B. Lagerplatz-Nummerierung), an den Wänden oder an den Decken des Lagers, Gebrauch gemacht werden. In diesem Fall sind demzufolge überhaupt keine Investitionen zu Anbringung der visuellen Markierungen erforderlich.

[0015] Um zusätzlich zu der absoluten Referenzposition auf einfache und genaue Weise eine relative Positionsbestimmung in Echtzeit vorzunehmen, wird zum Erfassen der Relativbewegung des Fahrzeuges ein erstes digitales Bild eines Ausschnitts des definierten Bereichs in der Umgebung des Fahrzeuges aufgenommen, in dem ersten digitalen Bild zumindest ein markantes Muster ermittelt, anschließend ein zweites digitales Bild eines zweiten Ausschnitts in der Umgebung des Fahrzeuges aufgenommen, und in dem zweiten digitalen Bild das markante Muster ermittelt, so dass aus der Verschiebung des markanten Musters zwischen dem ersten und dem zweiten Bild die Relativbewegung des Fahrzeuges ermittelt wird. Selbstverständlich wird auch in dem zweiten digitalen Bild sodann wiederum zumindest ein markantes Muster ermittelt, welches anschließend in einem weiteren digitalen Bild zu einem späteren Zeitpunkt ermittelt wird. Dieses Verfahren, d.h. die relative Positionsbestimmung mittels Erfassung der Relativbewegung wird - ebenso wie jenes zur Bestimmung der absoluten Referenzposition - laufend wiederholt. Grundsätzlich sind derartige Verfahren zum Erfassen von Relativbewegungen in der Bildverarbeitung bzw. in der optischen Messtechnik bekannt und werden als so genannte „Optical flow“-Messverfahren bezeichnet.

[0016] Da sich aus der bei der relativen Positionsbestimmung aufgrund der Relativbewegung notwendigen Integration über die Zeit eine kontinuierlich anwachsende Abweichung ergeben kann, ist es günstig, wenn die Relativbewegung des Fahrzeuges in Bezug auf die zuletzt erfasste absolute Referenzposition ermittelt wird und aus einer Kombination von absoluter Referenzposition und Relativbewegung die Position des Fahrzeuges im definierten Bereich bestimmt wird. In dem Fall, dass keine absolute Referenzposition ermittelt werden kann (weil in dem aufgenommenen digitalen Bild gerade keine visuelle Markierung ermittelt werden kann), wird demnach auf die ermittelte Relativbewegung und die zuvor ermittelte absolute Referenzposition zurückgegriffen. Durch die Verschmelzung der beiden Datenströme ist auf einfache Weise eine vorbestimmte Messgenauigkeit gewährleistet.

[0017] Um auf einfache Weise auf die von den visuellen Markierungen vordefinierten absoluten Referenzpositionen zugreifen zu können, ist es günstig, wenn die Positionen der visuellen Markierungen innerhalb des definierten Bereichs in einer Datenbank abgespeichert werden.

[0018] Um die Ermittlung der visuellen Markierung in dem digitalen Bild zu beschleunigen, ist es vorteilhaft, wenn in Abhängigkeit der ermittelten Relativbewegung eine wahrscheinliche Position

vorherbestimmt wird und die dieser Position zugehörige visuelle Markierung in dem aufgenommenen Bild gesucht wird. Demnach kann die Kenntnis der aktuellen Position des Fahrzeuges aus der Relativbewegung zur Verfahrensbeschleunigung verwendet werden. Es wird jedoch nicht nur die Geschwindigkeit des Positionserfassungsverfahrens beschleunigt, sondern auch die Stabilität des Verfahrens erhöht. Sofern aus einem aktuellen Bild nämlich keine visuelle Markierung eindeutig identifizierbar sein sollte, so kann sie aufgrund des Rückgriffs auf die ermittelte Relativbewegung dennoch mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit identifiziert werden und dem Fahrzeug demzufolge eine absolute Referenzposition zugeordnet werden.

[0019] Sofern das Fahrzeug, dessen Position mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens erfasst wird, eine Ware aufnimmt, ist es günstig, wenn ebenso eine Kennzeichnung der von dem Fahrzeug aufgenommenen Ware zur Bestimmung der absoluten Referenzposition erfasst wird. Alternativ bzw. zusätzlich können auch andere Eigenschaften der aufgenommenen Ware, wie z.B. Form, Verpackung oder Farbe der Ware, erfasst werden. Dadurch kann z.B. mit Hilfe eines angeschlossenen Lagerverwaltungs- oder Staplerleitsystems, welches die Daten des aufgenommenen Artikels speichert, auf die aktuelle Position geschlossen werden und somit ein weiterer Rückschluss auf die absolute Position des Fahrzeuges erzielt werden, wodurch wiederum das Messverfahren plausibilisiert wird.

[0020] Die Vorrichtung der eingangs angeführten Art ist dadurch gekennzeichnet, dass eine bildgebende Sensoreinrichtung zum Erfassen der Relativbewegung des Fahrzeuges vorgesehen ist. Durch das Vorsehen einer bildgebenden Sensoreinrichtung zur Bestimmung der absoluten Referenzposition und einer bildgebenden Sensoreinrichtung, insbesondere einer Digitalkamera, zum Erfassen der Relativbewegung des Fahrzeuges, ergeben sich die bereits in Zusammenhang mit dem vorstehend genannten erfindungsgemäßen Verfahren erläuterten Vorteile, so dass zwecks Vermeidung von Wiederholungen auf vorstehende Ausführungen verwiesen wird. Insbesondere ist es hierbei vorteilhaft, wenn als bildgebende Sensoreinrichtung eine Digitalkamera vorgesehen ist. Hierbei kann beispielsweise ein Modell der Modellserie DMK der Firma The Imaging Source verwendet werden, welches eine Bildauflösung von 640 x 480 Pixel und eine Aufnahme von Graustufenbildern (8 Bit pro Pixel) ermöglicht. Farbaufnahmen sind keinesfalls zwingend erforderlich, doch wäre es bei Verwendung einer farbigen Digitalkamera möglich, die visuellen Markierungen nicht nur anhand ihrer Form, sondern auch anhand ihrer Farbe zu unterscheiden. Vorteilhafterweise wird hierbei alle 16 ms ein digitales Bild gemacht, um die Relativbewegung auch bei höheren Geschwindigkeiten genau nachverfolgen zu können.

[0021] Wenn die bildgebenden Sensoreinrichtungen zum Bestimmen der absoluten Referenzposition und/oder zum Erfassen der Relativbewegung auf eine bodenseitige Fläche, auf welcher das Fahrzeug bewegt wird, gerichtet sind, kann beispielsweise bei Einsatz der erfindungsgemäßen Vorrichtung im Bereich der Lagerverwaltung auf Markierungen im Bodenbereich zurückgegriffen werden, da in Lagern üblicherweise Bezeichnungen von Lagerplätzen oder Lagerbereichen, z.B. AB17, am Boden angebracht sind. Selbstverständlich können jedoch auch Begrenzungsstreifen zum Kennzeichnen der Fahrwege im Lager als visuelle Markierungen erfasst werden; auch das Erfassen von visuellen Markierungen an einer Lager- bzw. Hallendecke ist möglich.

[0022] Die Erfindung wird nachstehend anhand eines in den Zeichnungen dargestellten bevorzugten Ausführungsbeispiels, auf das sie jedoch keinesfalls beschränkt sein soll, noch näher erläutert.

[0023] Im Einzelnen zeigen in den Zeichnungen:

[0024] Fig. 1 ein Flussdiagramm der Schritte eines Verfahrens zur Erfassung der Position eines Fahrzeuges in einem definierten Bereich;

[0025] Fig. 2 eine Ansicht eines Gabelstaplers mit zwei bildgebenden Sensoreinrichtungen;

[0026] Fig. 3 schematisch eine perspektivische Ansicht eines Gabelstaplers samt visueller Markierungen.

[0027] In dem Flussdiagramm gemäß Fig. 1 ist ersichtlich, dass mit einer Digitalkamera 1 eine

Aufnahme 1' der Umgebung eines Fahrzeuges 4 (vgl. Fig. 2 und 3) getätigt wird. Anschließend wird in einem weiteren Verfahrensschritt eine visuelle Markierung 2 ermittelt, deren absolute Position in dem definierten Bereich bekannt ist. In Abhängigkeit der Position des Fahrzeuges 4 zu der detektierten Markierung wird sodann die absolute Referenzposition 3 des Fahrzeuges 4 bestimmt. Diese Ermittlung einer absoluten Referenzposition 3 wird laufend wiederholt.

[0028] Zugleich werden mit einer weiteren Digitalkamera 5 eine digitale Aufnahme 5' zu einem Zeitpunkt t1 und eine digitale Aufnahme 5'' zu einem Zeitpunkt t2 (Zeitpunkt t1 liegt zeitlich vor dem Zeitpunkt t2) getätigt. In dem digitalen Bild 5' wird sodann im nächsten Verfahrensschritt ein markantes Muster 6 gemäß dem so genannten „optical flow“-Verfahren ermittelt. Anschließend wird dieses in der Aufnahme 5' detektierte markante Muster im Verfahrensschritt 7 im digitalen Bild 5'' ermittelt und in einem weiteren Schritt die Relativbewegung 8 und somit die relative Position des Fahrzeuges aus der Verschiebung (Bewegung) des Musters zwischen dem Bild 5' und dem Bild 5'' ermittelt. In einem weiteren Verfahrensschritt 9 werden die absolute Referenzposition und die Relativposition miteinander verschmolzen und somit die Position 10 des Fahrzeuges 4 in dem definierten Bereich bestimmt.

[0029] In Fig. 2 und 3 ist jeweils ein Fahrzeug bzw. ein Gabelstapler 4 skizziert, der mit einer Digitalkamera 1 zum Bestimmen seiner absoluten Referenzposition ebenso wie mit einer Digitalkamera 5 zur Ermittlung der Relativbewegung und somit der Relativposition des Fahrzeuges 4 versehen ist. Die Digitalkamera 1 zur Ermittlung der Referenzposition ist hierbei im Dachbereich des Fahrzeuges 4, die Digitalkamera 5 zum Erfassen der Relativbewegung im Bereich des hinteren Bereichs des Fahrzeuges 4, d.h. bodennahe, angeordnet (die Anordnung der Digitalkameras 1, 5 kann auch an anderen Stellen des Fahrzeuges 4 erfolgen). Die Positionsbestimmung des Fahrzeuges 4 in dem definierten Bereich, d.h. beispielsweise einer Lagerhalle, ist in der Lagerlogistik von großer Bedeutung, um z.B. eine automatische Identifikation von Waren in einem Lager und damit verbunden eine automatische Chargenverfolgung zu gewährleisten. Wie in den Fig. 2 und 3 ersichtlich, nehmen die beiden Digitalkameras 1, 5 jeweils einen lokalen Ausschnitt 11, 12 des definierten Bereichs auf, wobei die beiden Digitalkameras 1, 5 beim bevorzugten Ausführungsbeispiel auf den Boden 13 gerichtet sind. Die von den beiden Digitalkameras 1, 5 aufgenommenen Bilder werden sodann zu einer Datenverarbeitungsanlage 15 übertragen, mit welcher in weiterer Folge die Auswertung der von den Digitalkameras 1, 5 aufgenommenen Bildern 1', 5', 5'' erfolgt, wie bereits in Zusammenhang mit Fig. 1 beschrieben. Das Fahrzeug 4 kann hierbei eine Ware 14 aufnehmen, der ebenfalls eine visuelle Kennzeichnung 14' zugeordnet ist; zudem können auch andere visuelle Eigenschaften, wie z.B. Form, Verpackung, Farbe der Ware 14, erfasst werden.

[0030] Wie in den Fig. 2 und 3 ersichtlich, können als visuelle Markierungen 2 insbesondere Bezeichnungen von Lagerplätzen oder Lagerbereichen verwendet werden, die vorwiegend auf dem Boden 13 bzw. auch auf der (nicht gezeigten) Lager- bzw. Hallendecke angeordnet sein können. Wie in Fig. 3 ersichtlich, können die visuellen Markierungen 2 auch auf einer Wand 13' oder einem Pfeiler angeordnet sein, wobei hier jedoch die Gefahr besteht, dass derartige visuelle Markierungen von in dem Lager befindlichen Waren verdeckt sind.

[0031] Wie insbesondere in Fig. 3 ersichtlich, können als visuelle Markierungen 2 insbesondere mittels eines Farbauftrags vorgesehene Ziffern (und Buchstaben) vorgesehen sein. Diese Ziffern (Buchstaben), deren Position in dem definierten Bereich, d.h. in der Lagerhalle, bekannt ist und deren Koordinaten in einer Datenbank gespeichert sind, sind vorteilhafterweise mit einer rechteckigen Umrandung 2' versehen. Die Kanten der rechteckigen Umrandung 2' können hierbei zur Bestimmung der relativen Orientierung der Markierung zum Fahrzeug 4 herangezogen werden, wobei die Ziffern zur Identifikation der visuellen Markierung 2 und zur Auflösung der inhärenten Symmetrie der rechteckigen Umrandung 2' dienen. Die Identifikation einer visuellen Markierung 2 erfolgt z.B. mit bekannten Muster-Erkennungsverfahren (so genanntes „pattern matching“) oder kann aufgrund der Position relativ zu anderen visuellen Markierungen erfolgen. Die Position der visuellen Markierungen 2 relativ zum Fahrzeug 4 kann aufgrund der geometrischen Eigenschaften der einzelnen Markierung - z.B. deren dominanter Achse - oder durch die geometrischen Eigenschaften von mehreren, visuellen Markierungen 2, d.h. deren

Anordnung zueinander, bestimmt werden.

[0032] Die Kamera 5 hingegen ermittelt markante Muster 6, welche grundsätzlich in jedem Objekt mit einer Oberflächenstruktur vorkommen. Der Boden 13 eines Lagers bzw. einer Halle weist üblicherweise eine solche kontinuierliche, sich ändernde Oberflächenstruktur auf, die sich äußerst gut als Objekt zur Auffindung von markanten Mustern 6 eignet. Um die Bewegung und damit die Positionsveränderung des Fahrzeuges 4 relativ zur definierten Umgebung zu ermitteln, werden - wie in Zusammenhang mit Fig. 1 bereits beschrieben - zwei aufeinander folgende digitale Bilder 5', 5'' von der Digitalkamera 5 miteinander verglichen und auf übereinstimmende markante Muster untersucht. Aus der Bewegung dieser markanten Muster und der zwischen den Aufnahmen vergangenen Zeit kann auf die relative Bewegung zwischen Fahrzeug 4 und der definierten Umgebung geschlossen und somit die relative Position des Fahrzeuges 4 bestimmt werden.

[0033] Ist das Blickfeld der Digitalkamera 5 groß, so kann nicht nur eine Verschiebung, sondern auch die Orientierungsänderung aus sukzessiven Bildern bestimmt werden, ansonsten kann die Rotation des Fahrzeuges 4 entweder aus mehreren Sensoren, die in größerem Abstand zueinander am Fahrzeug 4 montiert sind, bestimmt werden, oder aus den kinematischen Einschränkungen des Fahrzeuges 4 hergeleitet werden.

[0034] Die Ermittlung der absoluten Referenzposition und der Relativbewegung und daraus resultierend der relativen Position des Fahrzeugs ist abhängig von den jeweils vorliegenden Eigenschaften des definierten Bereichs (Anzahl und Position der visuellen Markierungen 2, Ausprägungen der Oberflächenstruktur des Bodens 13 zur Mustererkennung) und den Fahrwegen des Fahrzeuges 4. Demzufolge werden jeweils Positionsmessungen mit unterschiedlicher Frequenz und Qualität ermittelt. Je mehr visuelle Markierungen 2 durch das absolute Messverfahren detektiert werden, desto genauer lässt sich die absolute Position des Fahrzeuges 4 bestimmen, da nicht nur eine Mittelung der Messfehler erfolgen kann, sondern auch die relativen Positionen der Markierungen 2 zueinander bekannt sind. Je kontinuierlicher und ausgeprägter die Oberflächenstruktur bei der relativen Positionsbestimmung durch das relative Messverfahren ist, desto exakter lässt sich die relative Bewegung und damit die relative Position des Fahrzeuges 4 bestimmen. Die bei diesem Messverfahren notwendige Integration über die Zeit kann bei suboptimalen Eigenschaften des definierten Bereichs eine mögliche kontinuierlich anwachsende Abweichung (Integration Drift) von der tatsächlichen Position des Fahrzeuges 4 bewirken.

[0035] Um demzufolge eine Positionsbestimmung innerhalb des definierten Bereichs mit einer konstanten Genauigkeit zu erzielen, werden, wie in Zusammenhang mit Fig. 1 beschrieben, die beiden Messverfahren miteinander kombiniert, d.h. dass zwischen zwei Zeitpunkten, bei welchen die absolute Referenzpositionsbestimmung durch das absolute Messverfahren erfolgt, zur Bestimmung der absoluten Position jeweils die zuletzt gemessene Referenzposition auf die in der Zwischenzeit gemessene Relativbewegung aufsummiert wird. Zur Verschmelzung der Messdaten sind verschiedene Verfahren bekannt, wobei bei Daten mit statistischem Fehler häufig der Einsatz eines erweiterten Kalman-Filters erfolgt.

[0036] Mit Hilfe dieses Verfahrens kann somit ohne hohe Investitionskosten auf einfache und genaue Weise die Position eines Fahrzeuges in einem definierten Bereich bestimmt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erfassen der Position eines Fahrzeuges (4) in einem definierten Bereich, wobei eine absolute Referenzposition (3) des Fahrzeuges (4) und eine Relativbewegung (8) des Fahrzeuges erfasst werden, wobei zum Erfassen der absoluten Referenzposition (3) ein digitales Bild (1') der Umgebung des Fahrzeuges (4) aufgenommen wird, in dem digitalen Bild (1') zumindest eine visuelle Markierung (2) ermittelt wird und die Referenzposition (3) des Fahrzeuges (4) in Bezug auf die ermittelte visuelle Markierung (2) bestimmt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass zum Erfassen der Relativbewegung (8) des Fahrzeuges ein erstes digitales Bild (5') eines Ausschnitts des definierten Bereichs in der Umgebung des Fahrzeuges (4) aufgenommen wird, in dem ersten digitalen Bild (5') zumindest ein markantes Muster (6) ermittelt wird, anschließend ein zweites digitales Bild (5'') eines zweiten Ausschnitts in der Umgebung des Fahrzeuges (4) aufgenommen wird, und in dem zweiten digitalen Bild (5'') das markante Muster (6) ermittelt wird, sodass aus der Verschiebung des markanten Musters (6) zwischen dem ersten und dem zweiten Bild (5', 5'') die Relativbewegung des Fahrzeuges (4) ermittelt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Relativbewegung (8) des Fahrzeuges (4) in Bezug auf die zuletzt erfasste Referenzposition (3) ermittelt wird und aus einer Kombination von absoluter Referenzposition (3) und Relativbewegung (8) die Position (10) des Fahrzeuges (4) im definierten Bereich bestimmt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Positionen der visuellen Markierungen (2) innerhalb des definierten Bereichs in einer Datenbank abgespeichert werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass in Abhängigkeit der ermittelten Relativbewegung (8) eine wahrscheinliche Position vorherbestimmt wird und die dieser Position zugehörige visuelle Markierung (2) in dem aufgenommenen Bild (1') gesucht wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Kennzeichnung (14') einer von dem Fahrzeug (4) aufgenommenen Ware (14) zur Bestimmung der absoluten Referenzposition (3) erfasst wird.
6. Vorrichtung zum Erfassen der Position eines Fahrzeuges (4) in einem definierten Bereich, wobei zumindest eine Sensoreinrichtung (1, 5) zum Erfassen einer Referenzposition des Fahrzeuges (4) und zum Erfassen einer Relativbewegung des Fahrzeuges (4) vorgesehen ist, wobei eine bildgebende Sensoreinrichtung (1) zum Bestimmen der Referenzposition vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine bildgebende Sensoreinrichtung (5) zum Erfassen der Relativbewegung des Fahrzeuges (4) vorgesehen ist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass als bildgebende Sensoreinrichtungen (1, 5) eine Digitalkamera vorgesehen ist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die bildgebenden Sensoreinrichtungen (1, 5) zum Bestimmen der Referenzposition und/oder zum Erfassen der Relativbewegung auf eine bodenseitige Fläche (13), auf welcher das Fahrzeug (4) bewegt wird, gerichtet sind.

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen

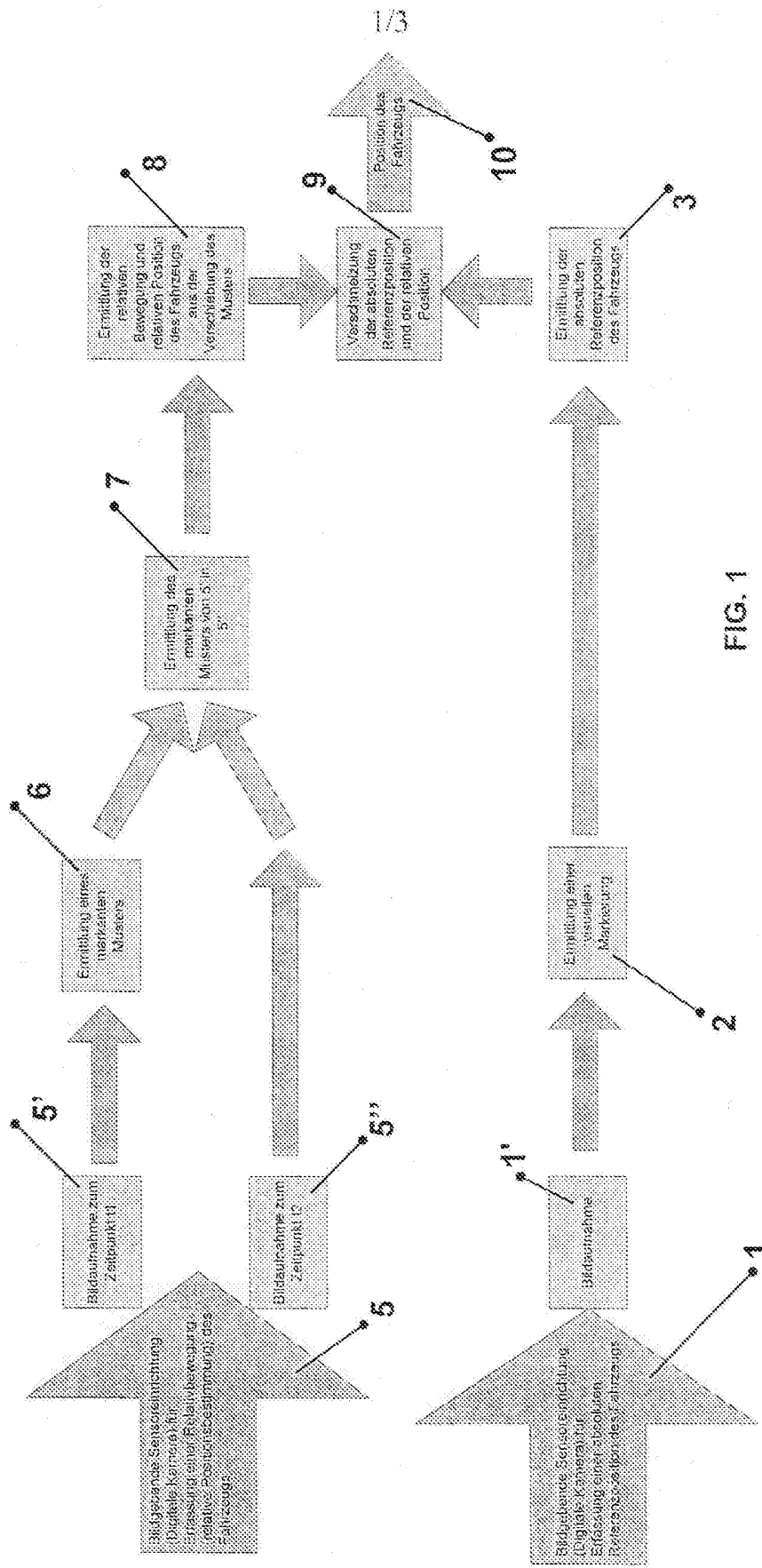


FIG. 1

2/3

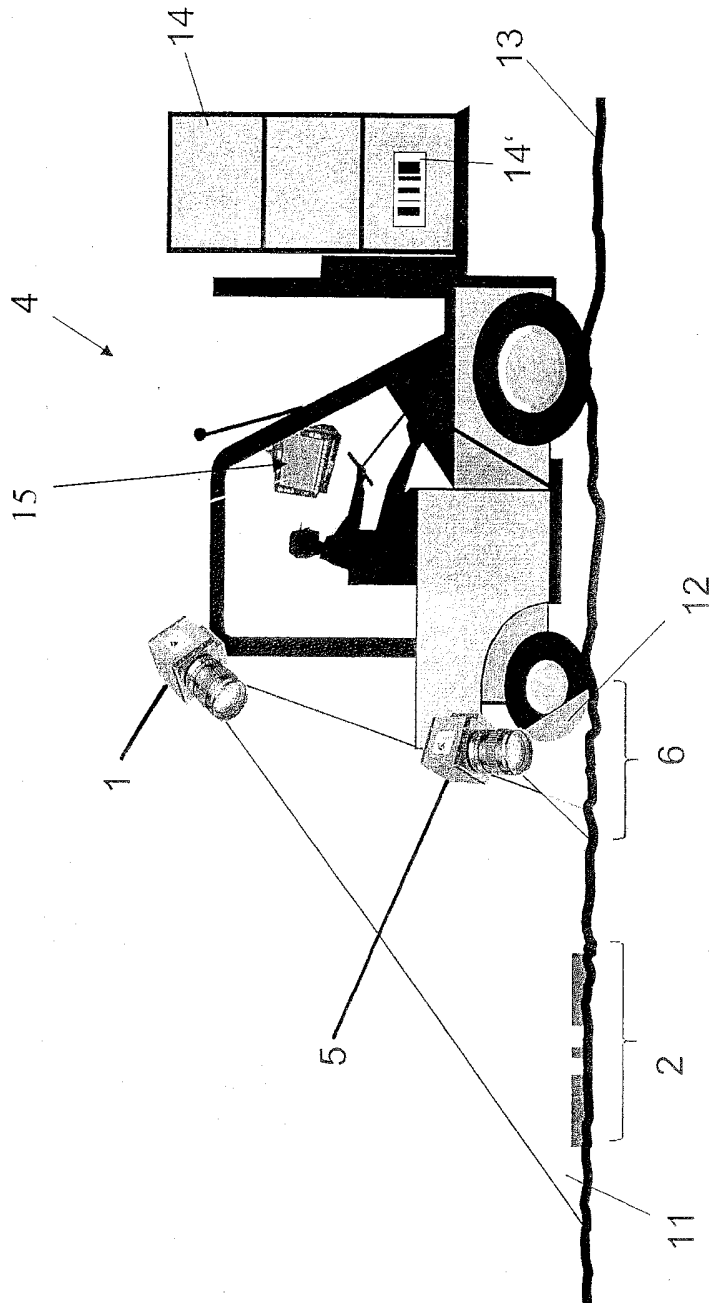


Fig. 2

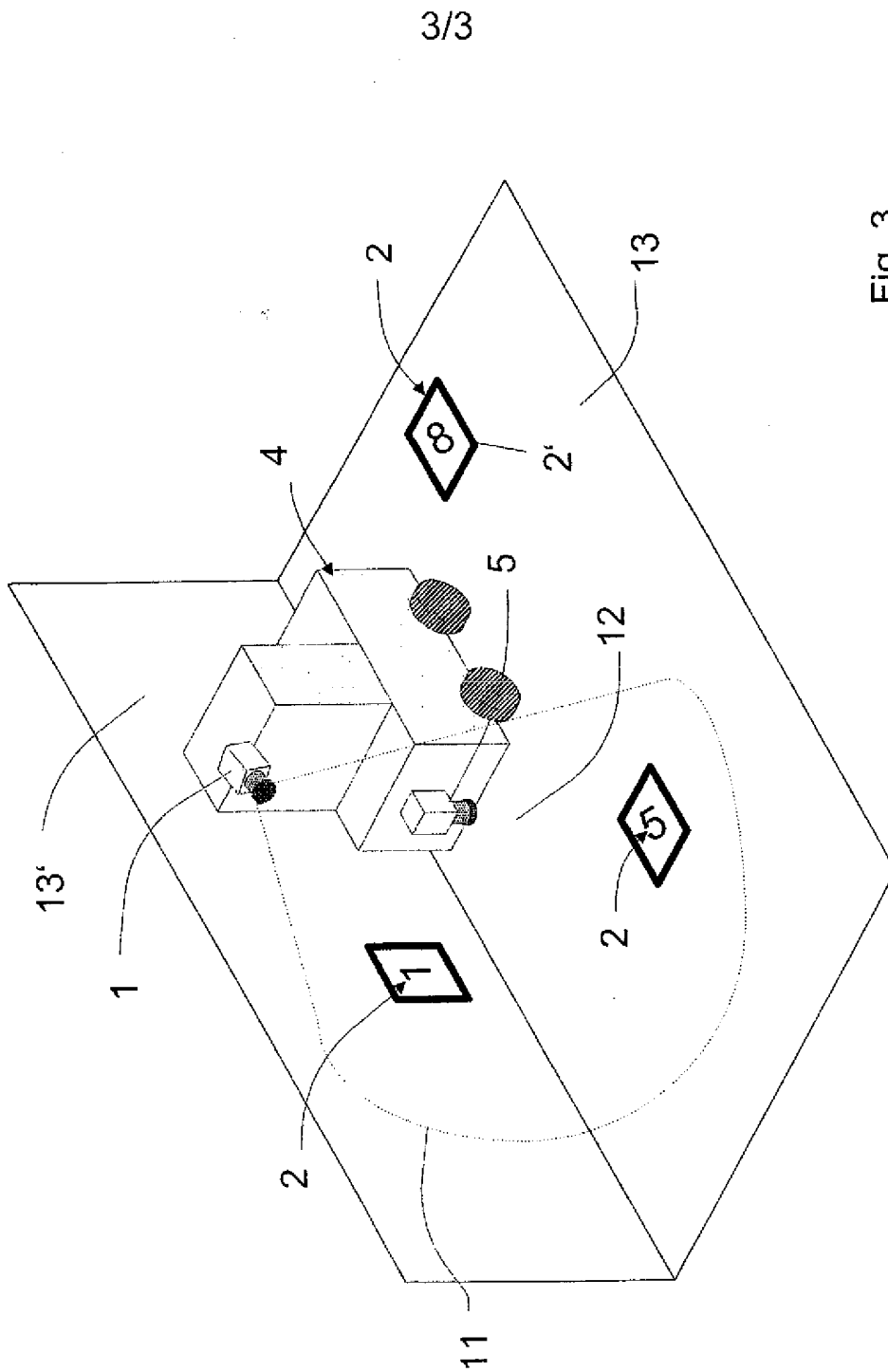


Fig. 3