(19) SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 701 106 B1

(51) Int. Cl.: G01B 11/24 (2006.01)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 00776/09

(22) Anmeldedatum: 18.05.2009

(43) Anmeldung veröffentlicht: 30.11.2010

(24) Patent erteilt: 15.08.2013

(45) Patentschrift veröffentlicht: 15.08.2013

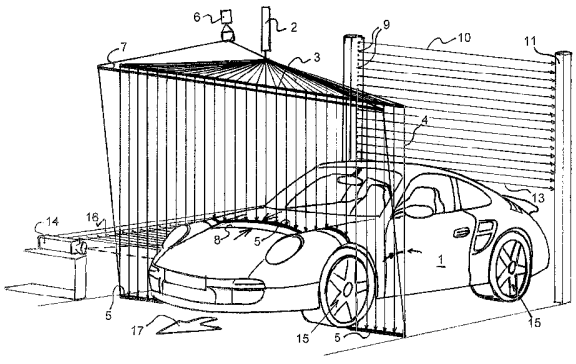
(73) Inhaber:
Skyline Parking AG, Lagerhausstrasse 3
8400 Winterthur (CH)

(72) Erfinder:
Andreas Griesser, 8712 Stäfa (CH)

(74) Vertreter:
Felber & Partner AG Patentanwälte, Dufourstrasse 116
Postfach
8034 Zürich (CH)

(54) Verfahren und Vorrichtung zum Vermessen der räumlichen Ausdehnung eines Objektes.

(57) Die Vorrichtung besteht aus einer Messbahn (17) zum Durchfahren oder Durchbewegen des Objektes (1), einem Laser (2) mit telezentrischer Linse oder Fresnel-Linse (3) zur Erzeugung eines lotrechten, quer zur Messbahn (17) verlaufenden Strahlenvorhanges (4). Weiter ist eine Kamera in Längsrichtung der Messbahn (17) zum Laser (2) versetzt angeordnet, mit ebenfalls vorgesetzter telezentrischer Linse oder Fresnel-Linse (7). Mit dieser Kamera werden alle ungestört am Boden der Messbahn (17) reflektierten Lichtpunkte der dort auftreffenden Laserlichtlinie (5) in einem spitzen Winkel zum Strahlenvorhang (4) detektiert. Es sind weiter Mittel zum Erfassen und Aufzeichnen der Geschwindigkeit des auf der Messbahn (17) den Strahlenvorhang (4) bewegten Objektes (1) vorhanden, sodass ein Weg-Zeit-Diagramm erstellbar ist. Aus den so gewonnenen Daten lässt sich die Bodenkontur des Objektes bestimmen, das heisst sein aufgrund lotrecht einfallenden Lichtes entstehender Schlagschatten am Boden. Mit einer Lichtschrankenanordnung wird ausserdem die maximale Höhe des Objektes bestimmt.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zum Vermessen eines Objektes, nämlich der räumlichen Ausdehnung eines beliebigen dreidimensionalen Körpers. Die Erfindung wird hier am Beispiel des Vermessens der Breite und maximalen Höhe eines Fahrzeuges dargestellt, sodass dieses platzsparend automatisch in einem Parkhaus abgestellt werden kann. In diesem Zusammenhang wird auf die EP 1 802 830 A1 hingewiesen, wo eine automatische Parkiereinrichtung vorgestellt wird. Dort wird vorgeschlagen, die zu parkierenden Fahrzeuge zu vermessen, zum Beispiel mit Hilfe eines Scanners, um zu erkennen, in welche noch bestehende Lücke im Parkhaus das Fahrzeug vom zugehörigen Roboter noch platziert werden könnte. Dabei wird aber keine Methode zum besonders effizienten, schnellen und sicheren Vermessen offenbart. Ein Verfahren und eine Vorrichtung für ein solches Vermessen eines Gegenstandes, wie hier nun vorgestellt, ist aber nicht nur an einem Fahrzeug anwendbar, sondern kann ganz generell für beliebige dreidimensionale Objekte zur Anwendung kommen, egal welcher Art diese Objekte oder Gegenstände sind, wobei damit generell deren räumliche Ausdehnung bestimmbar ist, sei es Länge, Breite oder Höhe.

[0002] Die Aufgabe dieser Erfindung ist es daher, ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zum Vermessen der räumlichen Ausdehnung eines Objektes in einer Richtung anzugeben. Es kann sich dabei um die Breite, Länge oder Höhe an einer bestimmten Stelle des Objektes handeln, oder um die Breite, Länge oder Höhe an jeder beliebigen Stelle, sodass im Falle der Bestimmung von Breite oder Länge die seitliche Verlaufslinie des imaginären Schlagschattens eines Objektes auf seiner Auflagefläche bestimmbar ist. Wird eine Höhe bestimmt, so wird der imaginäre Schlagschatten des Objektes entsprechend auf einer lotrechten seitlichen Wand vermessen. Das Objekt soll dabei ein stationäres oder ein bewegbares oder bewegtes Objekt sein können. Das Verfahren soll dabei rasch und sicher durchführbar sein und die nötigen Masse hinreichend genau liefern, das heisst zum Beispiel bei einem Fahrzeug mit ungefähr 5 m Länge, 2 m Breite und bis zu 2 m Höhe auf fast den Millimeter genau mindestens dessen Breite über seine ganze Länge erfassen können. Mit optionalen bekannten Methoden lassen sich weitere Masse wie die Höhe und Länge des Objektes bestimmen.

[0003] Die Aufgabe wird gelöst von einem Verfahren wie im unabhängigen Verfahrensanspruch 1 beansprucht. Die Aufgabe wird des Weiteren gelöst mit einer Vorrichtung wie sie in Anspruch 7 definiert ist.

[0004] Anhand der Fig. 1 bis 4 wird die der Erfindung zugrundeliegende Problematik aufgezeigt, und anhand der Fig. 5 und 6 wird die Erfindung zur Lösung des Problems vorgestellt. Ihre einzelnen Komponenten sowie ihr Aufbau wird erklärt, und die einzelnen Funktionen der Komponenten sowie ihr Zusammenwirken werden anhand dieser Figuren beschrieben und erklärt. Des Weiteren wird auch die Funktionsweise des Verfahrens anhand dieser Vorrichtung gemäss Fig. 5 erläutert. Es zeigt:

Fig. 1: Ein Fahrzeug als Beispiel eines zu vermessendes Objektes, in einer Ansicht von der Seite, von vorne, von hinten und von oben;

Fig. 2: Das raumoptimierte Abstellen von Fahrzeugen auf einer ringförmigen Scheibe, unter Ausnützung der an den Grundrissecken abgerundeten Karosserien, von oben gesehen;

Fig. 3: Das raumoptimierte Abstellen von Fahrzeugen auf einer ringförmigen Scheibe, unter Ausnützung der an den Grundrissecken abgerundeten Karosserien;

Fig. 4: Das raumoptimierte Abstellen von Fahrzeugen auf einer ringförmigen Scheibe, ohne Ausnützung der an den Grundrissen abgerundeten Karosserien;

Fig. 5: Die Vorrichtung zum berührungslosen, schnellen und genauen Vermessen eines Objektes in Form eines Fahrzeuges, in einer perspektivischen Darstellung gezeigt.

Fig. 6: Die Vorrichtung zum berührungslosen, schnellen und genauen Vermessen eines Objektes von vorne gesehen, bestehend aus zwei gesonderten Lasern und Kameras.

[0005] Die Fig. 1 zeigt die Konturen eines Fahrzeuges als Beispiel für ein zu vermessendes Objekt. Es ist zu berücksichtigen, dass ein Fahrzeug auch mit einem Dachträger ausgerüstet sein kann und dann wesentlich höher ist. Ausserdem mag es eine nicht einfahrbare Antenne aufweisen, oder diese – wenn einfahrbar, wurde nicht eingefahren, was es zu berücksichtigen gilt, wenn das Fahrzeug in einen niedrigen Raum abgestellt werden soll, um auch in der Höhe Raum zu sparen. Betrachtet man das Fahrzeug im Grundriss, so fällt auf, dass die Ecken der Karosserie abgerundet sind. Diese Abrundung kann bei einzelnen Modellen noch wesentlich ausgeprägter sein, und es gilt, diese Abrundungen auszunützen, wenn die Fahrzeuge möglichst kompakt sternförmig auf einer ringförmigen Plattform abgestellt werden sollen. Bei der Grundriss-Kontur sind ausserdem die Aussen-Rückspiegel zu beachten. Diese überragen die Karosserie auf der Seite und müssen berücksichtigt werden, wenn die Autos seitlich möglichst nahe aneinandergereiht oder nahe zueinander der Länge nach hin und her verschoben werden sollen.

[0006] Die Fig. 2 zeigt ein raumoptimiertes Abstellen von Fahrzeugen auf einer ringförmigen Scheibe, wobei die Rundungen an den Grundrissecken der Karosserien ausgenützt werden. Das Fahrzeug A kann hier sehr knapp neben dem be-

reits auf der Ringscheibe abgestellten Fahrzeug an diesem vorbei in seine Parklücke geschoben werden, was von einem zentralen Roboter besorgt werden kann, der hier nicht näher erläutert zu werden braucht. Aufgrund der Geometrie der Grundrisse erkennt man, dass das Fahrzeug A längs seiner seitlichen, gestrichelt eingezeichneten Begrenzungslinien am Fahrzeug B vorbeigeschoben werden kann. Würden die abgerundeten vorderen Fahrzeugkanten des Fahrzeuges B nicht berücksichtigt, sondern würde dieses Fahrzeug B einfach als Rechteck aufgefasst, mit der maximalen Fahrzeuglänge und maximalen Fahrzeugbreite, so könnte das Fahrzeug A nicht so knapp am Fahrzeug B vorbei platziert werden. Je ausgeprägter die Karosserien von oben gesehen einen ovalen Grundriss aufweisen, umso grösser fällt der Platzgewinn auf einer bestimmten Ringscheibe aus.

[0007] Die Fig. 3 und 4 zeigen diesen frappierenden Unterschied auf. In Fig. 3 wurden die Fahrzeuge unter Berücksichtigung der Grundrisskontur der Fahrzeuge optimal raumsparend abgestellt, wie oben beschrieben. Es ist dann möglich, im Durchschnitt für einen einzelnen Parkplatz bloss eine Fläche von 15 m^2 zu beanspruchen. Es gelingt, Fahrzeuge von maximal 5.3 m Länge nebeneinander geparkt auf einer Ringscheibe von bloss 8.7 m Aussenradius abzustellen. 16 Fahrzeuge von maximal 5.3 m Länge finden auf dieser Ringscheibe Platz. Die Grundfläche beträgt $(\sim 8.7\ m)^2 \times \pi = \sim 237\ m^2$ für 16 Autos, und pro Auto resultiert ein Flächenbedarf von $\sim 15\ m^2$.

[0008] Im Vergleich zu dieser Anordnung ist in Fig. 4 gezeigt, wie sich der Flächenbedarf verändert, wenn die Grundrisskonturen der maximal 5.3 m langen Fahrzeuge nicht optimal ausgenützt werden, sondern jedes Auto einfach als Rechteck behandelt wird, definiert durch die Länge und Breite des Autos. Dann können auf einer Ringscheibe von 11.2 m Aussendurchmesser ebenfalls insgesamt 16 Fahrzeuge abgestellt werden. Bei der gezeigten Darstellung ist darauf zu achten, dass der Halbkreis-Schnitt mittig durch das gezeigte Fahrzeug verläuft. Man sieht deshalb insgesamt 9 Plattformen, und zur Ergänzung zur vollen Ringscheibe kommen bloss noch 7 weitere Plattformen hinzu, die hier nicht dargestellt sind, zu total ebenfalls 16 Plattformen. Auf ein einzelnes Fahrzeug berechnet ergibt sich ein Flächenbedarf von 24 m^2. Das sind 66% mehr Fläche als mit der Lösung nach Fig. 3. Man erkennt an diesen überraschenden Zahlen die Bedeutung einer millimetergenauen Parkierung, wobei die Grundriss-Konturen optimal ausgenützt werden müssen. Wenn die Parkfläche nicht eine Ringscheibe ist, sondern aussen ein Viereck bildet, so können in dessen Eckbereichen wesentlich längere Autos parkiert werden. Die Fahrzeuglänge ist daher eine weitere Grösse, die es zu berücksichtigen gilt, um auf einem gegebenen viereckigen Abstellplatz mit zentralem rundem Loch für den Parkhauslift möglichst viele Fahrzeuge zu platzieren. Nun sind aber die Fahrzeug-Dimensionen und -Formen ausserordentlich vielfältig, in Länge, Breite und Höhe. Will man trotzdem die Fahrzeuge in der aufgezeigten Weise optimal raumsparend abstellen, so muss zunächst jedes einzelne Fahrzeug hinreichend vermessen werden, damit ein Computer den unbedingt nötigen Raumbedarf genau kennt und hernach das Fahrzeug möglichst platzsparend mittels einer Roboteranlage abstellen kann.

[0009] Es hat sich gezeigt, dass es für diese Vermessung genügt, die Kontur des Grundrisses eines Autos zu kennen, das heisst seinen Schlagschatten am Boden, bei senkrecht auf den Boden einfallender Lichteinstrahlung, sowie die maximale Höhe des Fahrzeuges. Die seitliche Kontur sowie die Kontur von vorne und hinten gesehen kann unberücksichtigt bleiben.

[0010] Das hier vorgestellte Verfahren erlaubt es, diese Daten sicher und rasch zu ermitteln, und zwar am sich bewegenden Fahrzeug, indem dieses durch die Messvorrichtung hindurchfährt. Es ist wichtig, dass die Vermessung rasch vonstatten geht, damit keine unnötige Sekunde verloren geht, um Staus vor einem automatischen Parkhaus zu vermeiden. Wenn zum Beispiel ein Kunde ankommt, so wäre es schlecht, wenn er erst im Auto einige Sekunden warten müsste, bis dieses endlich vermessen wäre, und er das Auto erst dann übergeben könnte. Mit der hier aufgezeigten Methode aber kann der Kunde vor den Roboter fahren, und während dieses Zufahrens wird sein Auto bereits fertig vermessen. Der Kunde kann nach dem Stopp sofort aussteigen und sich vom Fahrzeug entfernen, sodass dieses sogleich vom Roboter übernommen werden kann.

[0011] Das Verfahren basiert auf einer Vermessung einer Laserlichtlinie auf der Auflagefläche, auf welcher das zu vermessende Objekt steht. Bei einem Fahrzeug also wird eine Laserlichtlinie am Boden verwendet, die von einem über dem Fahrzeug senkrecht nach unten strahlenden Laser am Boden auftrifft und dort reflektiert wird und dann von einer Kamera detektiert wird. Die Kamera sieht also nur immer die Laserlichtlinie, die nicht auf das Fahrzeug auftrifft, und erkennt damit alle Stellen, die nicht zur gefüllten Kontur des Fahrzeuges am Boden gehören, also alle Stellen, die ausserhalb des Schlagschattens des Fahrzeuges am Boden liegen. Dieses verfahrensspezifische Merkmal, dass nämlich im Prinzip nur die Komplementärteile der Laserlichtlinie, die also nicht auf das Objekt auftreffen, auf der Auflagefläche detektiert werden, erlaubt es, dass das Objekt nicht unbedingt über seine ganze Breite mit senkrecht nach unten strahlenden Lasern bestrahlt werden muss, die dann auf der Auflagefläche auftreffen, sondern dieser «Lichtvorhang» muss einzig überall die Seitenränder des Objektes überlappen bzw. überstrahlen. Des Weiteren muss das Bild der Kamera, welche die Laserlichtlinie auf der Auflagefläche aufnimmt, nicht in seiner Ganzheit ausgewertet werden, sondern nur gerade der schmale Bereich des Bildes, in welchen die Laserlichtlinie fällt, muss ausgewertet werden. Das spart viel Rechenleistung und beschleunigt die Auswertung. Selbstverständlich muss sichergestellt werden, dass das zu vermessende Objekt nicht in den Blindbereich zwischen den Messsystemen geraten darf. Im Fall der Fahrzeugvermessung bedeutet dies, dass kein Fahrzeug so schmal sein darf, dass es ausserhalb eines der Lichtvorhänge gelangt.

[0012] Eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens ist in Fig. 5 gezeigt, und anhand dieser Figur wird das Verfahren hernach im Einzelnen erläutert und erklärt. Die ganze Vorrichtung weist hier eine Messbahn 17 auf, längs welcher sich ein zu vermessendes Objekt 1 bewegen lässt. Dieses Objekt 1 ist im gezeigten Beispiel ein Fahrzeug, das aus eigener Kraft über die Messbahn 17 fahren kann. An Stelle eines selbst fahrbaren Objektes 1 kann jedoch auch ein beliebiges

anderes Objekt vermessen werden, indem es längs der Messbahn 17 über diese gezogen, geschoben oder gerollt wird. Dieses Bewegen kann auf Rollen geschehen, auf Schienen oder auf der Messbahn 17 gleitend oder schwebend. Das Vermessen soll die Dimension des Objektes 1 ermitteln, um dasselbe später platzsparend irgendwo abstellen zu können. Hierzu muss die maximale Länge, die maximale Breite, die maximale Höhe sowie die Kontur des Schlagschattens des Objektes ermittelt werden können. Wenn es zum Beispiel gilt, wie gezeigt, ein Auto möglichst platzsparend abzustellen, so müssen die seitlich der Fahrzeugkarosserie überragenden Rückspiegel berücksichtigt werden können. Falls diese nicht berücksichtigt würden, sondern bloss die nackte Fahrzeugkarosserie, so würden sie beim späteren automatischen roboterbetriebenen Aneinanderreihen der Fahrzeuge unweigerlich abgebrochen. Ausserdem soll berücksichtigt werden, dass die Fahrzeuge nicht einen exakt rechteckigen Grundriss aufweisen, sondern dieser Grundriss abgerundete Ecken aufweist, und insbesondere die Front der Fahrzeuge meist leicht pfeilförmig gestaltet ist. Oberhalb der Messbahn 17 ist ein Laser 2 mit telezentrischer Linse oder mit einer Fresnel-Linse 3 angeordnet. Während eine telezentrische Linse meist aus zwei Sammellinsen mit einer kleinen Lochblende dazwischen besteht, ist eine Fresnel-Linse eine klassische Sammellinse (oder Zerstreuungslinse), deren Wölbung entlang der Längsausdehnung in kleine Segmente unterteilt und auf einem Trägermaterial abgebildet wird. Dieses Trägermaterial kann Glas oder Plexiglas sein. Die Abbildegenauigkeit wird durch die Feinheit der Unterteilung (zum Beispiel 1 bis 10 Rillen pro mm) bestimmt. Hier wird eine quasi telezentrische Abbildung erreicht, indem eine normale Kamera samt vorgeschaltetem Objektiv zusammen mit einer grossen Fresnel-Linse als Einheit verbaut wird. Der Laser dient zusammen mit der Linse zur Erzeugung eines lotrechten, bzw. orthogonal auf den Boden auftreffenden, quer zur Messbahn 17 verlaufenden Laserstrahlen-«Vorhangs» 4. Fresnel-Linsen sind Massenware, und entsprechend kostengünstig lässt sich ein derartiger Laserstrahlenvorhang realisieren. Die Laserstrahlen dieses Strahlenvorhangs 4 treffen entweder auf dem Fahrzeug 1 oder aber seitlich von demselben auf den Boden auf, das heisst auf die Messbahn 17, und sie erzeugen dort eine Laserlichtlinie 5. Das Fahrzeug wird vollständig durch diesen Strahlenvorhang 4 bzw. Laserlicht-«Vorhang» gefahren. Anstelle eines Fahrzeuges kann ein beliebiges dreidimensionales Objekt in dieser Weise auf einer Auflagefläche mit einem orthogonal zu dieser Auflagefläche gerichteten Laservorhang bestrahlt werden, auch wenn diese Auflagefläche nicht in der Horizontalen verläuft, sondern eine schiefe Ebene ist, oder das Objekt durch irgendwelche Kräfte an einer Decke oder an einer lotrechten Wand gehalten wird. Wichtig für die Durchführung des Verfahrens ist einzig, dass der Lichtvorhang die Seitenrandbereiche des Objektes überlappt, während im Mittelbereich des Objektes überhaupt keine Bestrahlung nötig ist, denn es interessieren bloss die Komplementärteile der Laserlichtlinien, die nicht auf das Objekt auftreffen. Die Laserlichtlinie auf der Auflagefläche wird dann von einer Kamera detektiert. Im gezeigten Beispiel wird die Laserlichtlinie 5 am Boden detektiert. Damit die Kamera 6 nur die Laserlichtlinie 5 am Boden, also auf der Messbahn 17 detektiert, jene aber auf dem Fahrzeug selbst unberücksichtigt lässt, ist die Kamera 6 in Längsrichtung der Messbahn 17 vom Laser 2, der den orthogonalen Laserlichtvorhang erzeugt, leicht versetzt angeordnet.

[0013] Die Kamera 6 blickt durch eine eigene telezentrische Linse bzw. eine Fresnel-Linse 7, welche auf die Laserlichtlinie 5 auf dem Boden, und nur auf jene – fokussiert ist. Das bewirkt, dass die Kamera alle Lichtstrahlen erfasst, die ab der Laserlichtlinie 5 an ihrer Linse 7 auftreffen, andere Strahlen aber nicht. Dieser Strahlenvorhang ist in einem Winkel von wenigen Grad – zum Beispiel etwa 5° – oder je nach Gegebenheiten mehr oder weniger gegenüber der Lotrechten geneigt, wie eingezeichnet. Diese gegenüber dem Laser 2 versetzt angeordnete Kamera 6 bewirkt, dass die Laserlichtlinie, welche auf das Fahrzeug auftrifft, auf einer bestimmten Höhe über dem Boden am Fahrzeug reflektiert wird. Auf dieser Höhe aber blickt der Strahlengang der Linse 7 der Kamera bereits neben der Laserlichtlinie vorbei und erkennt sie nicht. Auf der Fronthaube des Fahrzeuges 1 ist hier der «Blickspalt» 8 der Kamera eingezeichnet. Er ist gegenüber der reflektierten Laserlichtlinie 5 auf der Motorhaube nach vorne verschoben. Die Kamera sieht die Laserlichtlinie auf der Fronthaube deshalb nicht. Sobald also die Lichtstrahlen eines solchen Laserlichtvorhanges auf einem beliebigen zu vermessende Objekt auftreffen, werden sie von der leicht versetzt zum orthogonalen Laserlichtvorhang platzierten Kamera, die in einem spitzen Winkel auf die auftreffende Laserlichtlinie blickt, nicht erfasst. Die Kamera ist einzig auf die Laserlichtlinie fokussiert, welche neben dem Objekt auf seiner Auflagefläche auftrifft. Diese Methode kann an einem stehenden Objekt angewendet werden, um die Breite, Länge oder Höhe an einer bestimmten Stelle zu ermitteln, oder es kann mit der Messvorrichtung, das heisst mit dem Laser und seiner Linse und der zugehörigen Kamera, der Länge nach über das zu vermessende Objekt gefahren werden, oder aber das Objekt wird durch die Messvorrichtung durchbewegt. Der von Fall zu Fall effektive anzuwendende Winkel zwischen Kameravorhang und Laservorhang wird durch die jeweilige Aufgabenstellung gegeben. Je kleiner dieser Winkel ist, desto schwieriger wird es, eine Veränderung im Bild festzustellen. Im Extremfall liegen beide Lichtvorhänge in der gleichen Ebene, was es unmöglich machen würde, ein Objekt zu erkennen, da ja (je nach Oberflächenbeschaffenheit) quasi jedes Licht reflektiert wird und somit auch keine Veränderung im Bild erkennbar ist. Je grösser andrerseits der Winkel gewählt wird, desto besser lassen sich auch flache Objekte erkennen. Allerdings bringt dies den Nachteil mit sich, dass z.B. ein Rückspiegel sich kurz hinter dem Laservorhang befindet, dieser aber genau im Kameravorhang liegt. Die Kamera wird die Laserlinie nicht mehr sehen und somit eine Breitenänderung feststellen, obwohl der Laserstrahl (noch) nicht unterbrochen wird. Der Winkel von ca. 5 Grad wurde errechnet aus den geometrischen Randbedingungen innerhalb der Messzelle. Es ergibt sich ein effektiver Abstand von ca. 5 Zentimetern zwischen Laser und Kamera, was konstruktiv bedingt noch möglich ist. Das bedeutet aber auch, dass bei diesem sehr spitzen Winkel keine Objekte unter ca. 5–8 cm Höhe erkannt werden können, da die Ablenkung der reflektierten Laserlinie auf dem Kamerabild dann gerade einmal einige wenige, das heisst 1 bis 3 Pixel ausmacht. Aus der Anforderung, dass das Fahrzeug für das Handling mit einem Roboter zur automatischen Parkierung ohnehin eine Bodenfreiheit von 8 cm aufweisen muss, und der Tatsache, dass auch mal mit Schmutz, Dreck oder Schnee auf der Auflagefläche zu rechnen ist, sind diese wenigen Zentimeter als Sicherheitsabstand anzusehen.

[0014] Die Detektionsdaten der Kamera werden im Beispiel wie in Fig. 5 gezeigt von einem Mikroprozessor gegen die laufende Zeit erfasst und definieren somit die über die Zeit sich linear zur Zeit verändernden Laserlichtlinien am Boden. Damit sich aus den gewonnenen Daten eine effektive Objekt-Grundrisskontur errechnen lässt, muss die zeitabhängige Geschwindigkeit des Objektes bekannt sein. Im gezeigten Beispiel eines Autos muss diese beim Durchfahren des Strahlenvorhanges gemessen werden. Es kann ja sein, dass das Auto während des Durchfahrens verlangsamt oder beschleunigt wird, oder sogar ganz angehalten wird, oder gar etwas rückwärts rollt. Das alles muss berücksichtigt werden. Hierzu schliesst die Vorrichtung zusätzliche geeignete Mittel auf, um diese Geschwindigkeit über die ablaufende Zeit genau zu messen und daraus ein Weg-Zeit-Diagramm zu erstellen.

[0015] Eine Variante dazu wird hier vorgestellt, welche sich für Autos eignet. Es erweist sich nämlich, dass die Felgen 15 der Autos eine bessere Lichtreflexion zeigen als die auf den Felgen 15 aufgezogenen Reifen, welche das Licht wegen ihrer dunklen Farbe praktisch vollständig absorbieren. Deshalb sind hier etwa auf der Höhe der Radzentren seitlich an der Messbahn 17 zwei Kameras 14 installiert, mit etwa 2m bis 3m horizontalem Abstand. Gleichzeitig ist längs der Messbahn 17 auf ähnlicher Höhe eine Lichtleiste 16 installiert, welche vorzugsweise blaues Licht auf die Autoseite abstrahlt. Das reflektierte Licht wird von den Kameras 14 gegen die Zeit erfasst und abgespeichert. Mit einer Bildbearbeitungssoftware können rechnerisch die Zentren der runden, hellen detektierten Flecken, welche den Felgen 15 entsprechen, im aufgenommenen Bild exakt bestimmt werden. Damit aber ist die Geschwindigkeit des Fahrzeuges über die Zeit definierbar, weil die Kameras ja auch die Zeit messen, das heisst die Bilder mit der Aufnahmezeit kalibriert sind. Die Positionen der beiden Kameras 14 sind bekannt, und somit lassen sich auch die Positionen der beiden Felgen 15 über die Zeit trigonometrisch bestimmen. Mit den zeitkalibrierten Daten der von der Kamera 6 detektierten Laserlichtlinien 5 lässt sich damit die Fahrzeug-Grundrisskontur fast auf den Millimeter genau bestimmen. Es bleibt zu berücksichtigen, dass diese Genauigkeit immer von der zugrundeliegenden Technologie beschränkt wird. Eine Kamera mit sehr hoher Auflösung und einer Fresnel-Linse mit 10 Schliffen pro Millimeter erlaubt eine Genauigkeit von weniger als 1 mm. Wird statt einer Fresnel-Linse eine echte objektseitige telezentrische Linse verwendet, so lassen sich Genauigkeiten bis zu 50 µm erreichen. Bei der aktuell für die aufgezeigte Fahrzeugvermessung wird eine Fresnel-Linse mit einem Schliff von ca. 8 Rillen pro Millimeter und eine Kamera mit ca. 1000 Pixeln in Breitenrichtung eingesetzt. Daher kommt die Genauigkeit von ca. 1 mm bei einer Breite von 1 m zustande.

[0016] Was jetzt noch fehlt, ist die Fahrzeughöhe. Zur deren Bestimmung könnte die gleiche Technologie angewendet werden. Für die hier aufgezeigten Zwecke ist es allerdings nicht nötig, die von der Seite her sichtbare Fahrzeugkontur zu bestimmen. Es genügt, die maximale Höhe der Fahrzeuges zu messen, sei diese vom Fahrzeug selbst bestimmt, durch irgendeinen Aufbau oder eine Ladung, durch eine Antenne oder sonst etwas Aussergewöhnliches nach oben Ragendes, etwa eine Angelrute, die in einem Cabrio mitgeführt wird, oder Skier oder Fahrräder, die am Heck des Fahrzeuges nach oben ragend befestigt werden und so mitgeführt werden.

[0017] Hierzu dient eine Anzahl seitlich des Laserstrahlenvorhangs 4 vorhandener Lichtquellen 9 zur Bildung einer Reihe von horizontalen, diskret übereinander angeordneten Lichtstrahlen, die parallel zur Ebene des Laserstrahlenvorhangs auf die gegenüberliegende Seite des Laserstrahlenvorhangs 4 verlaufen, jedoch mit um 90° zu denselben verdreht gerichteten, horizontalen Lichtstrahlen. Sie bilden in dieser Weise eine Lichtschranke 10. Ausserdem ist eine ebensolche Reihe von übereinander angeordneten Lichtsensoren 11 zur Erfassung der horizontal auftreffenden Lichtstrahlen auf der gegenüberliegenden Seite an der Messbahn 17 vorhanden, sowie eine Rechnereinheit zur Ermittlung des jeweils untersten ungestörten Lichtstrahls 13 der Lichtschranke 10. Das genügt, um die maximale Höhe des Objektes oder Fahrzeuges 1 während dessen Überfahrt der Messbahn 17 zuverlässig zu ermitteln. Wenn das Parkhaus zum Beispiel nur Parkdecks von drei unterschiedlichen Höhen aufweist, so genügen drei Lichtschranken, nämlich eine Lichtschranke für die niedrigste, eine für die mittlere Höhe und eine für die grösste Parkdeckhöhe. Wird beim Einfahren keine unterbrochen, so passt das Auto in das niedrigste Parkdeck, werden im anderen Extremfall alle unterbrochen, so muss das Auto zurückgewiesen werden, weil es auch für das Parkdeck mit der grössten Höhe zu hoch ist.

[0018] Die Messbahn 17, wenn sie zur Vermessung von Personenwagen ausgelegt sein soll, misst dann mindestens 2.20 m in der Breite, weist eine Länge von mindestens 5.50 m und eine lichte Höhe bis zur untersten Position der teleskopischen Linse über der Fahrbahn von mindestens 2.20 m auf. Wenn es in einem Parkhaus mit eckigem Grundriss in den Eckbereichen auch Parkplätze für besonders lange Fahrzeuge gibt, so muss die Messbahn 17 entsprechend lang genug ausgeführt sein, zum Beispiel bis zu 8.00 m lang. Wichtig für den Einsatz des Verfahrens ist es auch, dass der eingesetzte Laser 2 für die Gesundheit der Fahrzeuginsassen absolut ungefährlich ist. Selbst wenn diese Insassen längere Zeit direkt in den Laserlichtvorhang blicken würden, so würden ihre Augen keinerlei Schaden nehmen. Zur Berechnung der maximal zulässigen Laserlichtleistung gibt es entsprechende Sicherheitsnormen. Erlaubt sind danach maximal 1 mW Lichtleistung, bezogen auf einen einzelnen Lichtpunkt mit 1 mm^2 Fläche. Da die Gesamtfläche 2 m × 1 mm beträgt, ergibt sich eine Gesamtlichtleistung von 2 W.

[0019] Das Verfahren zum berührungslosen, schnellen und genauen Vermessen eines Objektes 1 mit dieser Vorrichtung, das heisst eines dreidimensionalen Körpers, erfolgt dann so: Der Laser 2 wird zunächst mittels der telezentrischen Linse oder einer Fresnel-Linse 3 in einen orthogonal zu einer Auflagefläche gerichteten Strahlenvorhang 4 konvertiert. Dieser ist breiter als die grösste Breite des zu vermessenden Objektes 1, und die auftreffende Laserlichtlinie 5 wird auf beiden Seiten des Objektes mit der optischen Kamera 6 detektiert. Während dieser Detektion bleibt das Objekt 1 stationär oder aber bewegt sich das Objekt 1 mit bekannter Geschwindigkeit durch den Strahlenvorhang. Umgekehrt kann auch die ganze

Messeinrichtung der Länge nach über ein stationäres Objekt fahren. Die Kamera 6 ist ausserhalb des Strahlvorhangs 4 in starrer Position zum Laser 2 angeordnet, und sieht durch eine telezentrische Linse oder eine Fresnel-Linse 7.
Die parallel zueinander verlaufenden, mit dem Strahlenvorhang 4 einen spitzen Winkel einschliessenden Strahlen ab der Laserlichtlinie 5 können damit detektiert werden. Die so gewonnenen Daten lassen es zu, die Bodenkontur des Objektes 1 zu errechnen. Die Höhe des Objektes oder Fahrzeuges wird bestimmt, indem eine Anzahl Lichtquellen 9 eine Reihe von horizontalen diskret übereinander angeordneten Lichtstrahlen zur Bildung einer Lichtschranke 10 parallel zur Ebene des Laserstrahlenvorhangs, aber im rechten Winkel zu dessen Laserstrahlen verlaufend auf die gegenüberliegende Seite des Laserstrahlenvorhangs 4 sendet und die Lichtstrahlen dieser Lichtschranke 10 dort von einer ebensolchen Reihe von übereinander angeordneten Lichtsensoren 11 erfasst werden. Beim vollständigen Durchfahren des Objektes 1 in einer Richtung durch den zunächst ungestörten Strahlenvorhang 4 wird ein Weg-Zeit-Diagramm des Objektes 1 aufgenommen. Mit Hilfe eines Rechners werden die aufgenommenen Daten ausgewertet. Nur jene Bereiche der reflektierten Laserlichtlinie 5 über die Zeit ihrer Aufnahme werden auf einer Ebene aufgetragen, welche jeweils in gleicher Position verlaufen wie vor dem Durchfahren des Objektes durch den Strahlenvorhang detektiert. Ausserdem wird in Abhängigkeit des abgefahrenen Weges des Objektes 1 der jeweils unterste ungestörte Lichtstrahl 13 der Lichtschranke 10 ermittelt. Die in dieser Weise gewonnene Bodenkontur des Objektes 1 entspricht dem vertikalen Schattenwurf des Objektes 1 auf seiner Auflagefläche, und seine maximale ermittelte Höhe aufgrund des untersten ungestörten Lichtstrahls 13 der Lichtschranke 10 dient als Mass für seinen Platzbedarf auf einer Auflage-Ebene mit Höhenbegrenzung.

[0020] Das Weg-Zeit-Diagramm des durchfahrenden Objektes wird zum Beispiel ermittelt, indem zwei natürliche oder anzubringende, Licht reflektierende Bereiche 15 auf der Seite des Objektes 1 mittels einer Lichtquelle 16 bestrahlt werden und mittels zweier horizontal versetzter optischer Kameras 14 überlappend das reflektierte Licht detektiert wird. Die Zentren der aufgenommenen, Licht reflektierenden Bereiche 15 werden rechnerisch bestimmt. Hernach werden durch eine Triangulation der Zentren deren Positionen errechnet und unter Berücksichtigung der ablaufenden Zeit deren Bewegung ermittelt und daraus ein Weg-Zeit-Diagramm erstellt.

[0021] In Fig. 6 ist eine Anwendung gezeigt, die sich für besonders breite Objekte eignet. Hierzu werden zwei Laser 2, 2´ und zwei Kameras 6, 6´ eingesetzt. Für jede Seite des Objektes steht dann ein eigener Laserlichtvorhang 4, 4´ zur Verfügung, weicherden Seitenrand des Objektes überlappt. Der Bereich zwischen den beiden Laserlichtvorhängen 4, 4´ ist nicht von Interesse, weil ja bloss die Laserlichtlinie 5, die auf der Auflagefläche auftrifft, detektiert wird, also der zur Reflexionslinie des Laserlichtvorhanges am Objekt komplementäre Teil des reflektierten Lichts, nämlich das ausserhalb des Objektes von der Auflagefläche reflektierte Licht.

[0022] Das aufgezeigte Messverfahren ist besonders robust, weil es unabhängig vom Objekt ist, das heisst, es wird nur das reflektierte Licht auf der Auflagefläche detektiert. Es eignet sich besonders für Objekte, die breiter, länger oder höher als 20 cm sind. Das Verfahren ermöglicht es, die Ausdehnung eines Objektes, sei es die Breite, Länge oder Höhe, an einer bestimmten Stelle oder zu einem bestimmten Zeitpunkt zu messen. Das Objekt kann stationär sein oder sich selbst bewegen oder bewegt werden. Bei einem stationären Objekt kann die ganze Messeinrichtung längs des Objektes bewegt werden. Die Genauigkeit des Verfahrens ist im Wesentlichen von der Auflösung der eingesetzten Kamera abhängig. Bei einer Auflösung von 1000 Pixeln pro Meter ergibt sich pro Pixel 1 mm und somit eine entsprechende Messgenauigkeit. Bei kleinen Objekten können telezentrische Linsen verwendet werden, aus Kosten- und praktischen Gründen sind Fresnel-Linsen für räumliche Ausdehnung von mehr als ca. 20 cm besser geeignet. Bei einer telezentrischen bzw. quasi-telezentrischen Abbildung ist der Tiefenschärfebereich sehr begrenzt. Für den aufgezeigten Fall einer Fahrzeugvermessung sind das wenige Zentimeter. Da aber nur die Laserabbildung auf der Auflagefläche von Belang ist, muss auch nur dort fokussiert werden. Das steigert insgesamt die Robustheit, denn unscharfe Bilder sind für Vermessungen nur sehr begrenzt zu gebrauchen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum berührungslosen Vermessen der räumlichen Ausdehnung eines Objektes (1), das heisst eines dreidimensionalen Körpers, bei dem mindestens ein Laser (2) mittels einer zugehörigen telezentrischen Linse oder einer Fresnel-Linse (3) in je einen orthogonalen Strahlenvorhang (4) zur Auflagefläche des Objektes (1) konvertiert wird, sodass auf beiden Seiten des zu vermessenden Objektes (1) eine Laserlichtlinie (5) teilweise auf das Objekt und teilweise auf die Auflagefläche auftrifft und reflektiert wird, wobei jede auf der Auflagefläche reflektierte Laserlichtlinie (5) mit mindestens einer optischen Kamera (6) detektiert wird, die ausserhalb des Strahlenvorhangs (4) in starrer Position zum zugehörigen Laser (2) angeordnet ist und durch eine telezentrische Linse oder Fresnel-Linse (7) die parallel zueinander verlaufenden, mit dem Strahlenvorhang (4) einen spitzen Winkel einschliessenden reflektierten Strahlen von dieser reflektierten Laserlichtlinie (5) detektiert.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zwei Laser (2) mittels je einer zugehörigen telezentrischen Linse oder Fresnel-Linse (3) in je einen orthogonalen Strahlenvorhang (4) zur Auflagefläche des Objektes (1) konvertiert werden, sodass auf beiden Seiten des zu vermessenden Objektes (1) eine Laserlichtlinie (5) teilweise auf das Objekt und teilweise auf die Auflagefläche auftrifft und reflektiert wird, wobei jede auf die Auflagefläche auftreffende und reflektierte Laserlichtlinie (5) mit einer zugehörigen optischen Kamera (6) detektiert wird, die ausserhalb des Strahlvorhangs (4) in starrer Position zum zugehörigen Laser (2) angeordnet ist und durch eine telezentrische

Linse oder Fresnel-Linse (7) die parallel zueinander verlaufenden, mit dem Strahlenvorhang (4) einen spitzen Winkel einschliessenden reflektierten Strahlen von dieser reflektierten Laserlichtlinie (5) detektiert.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein einzelner Laser (2) mittels einer zugehörigen telezentrischen Linse oder Fresnel-Linse (3) in einen orthogonalen Strahlenvorhang (4) zur Auflagefläche des Objektes (1) konvertiert wird, sodass über die Breite des zu vermessenden Objektes (1) eine Laserlichtlinie (5) teilweise auf das Objekt und darüber hinaus teilweise auf die Auflagefläche auftrifft und reflektiert wird, wobei jede auf der Auflagefläche reflektierte Laserlichtlinie (5) mit einer optischen Kamera (6) detektiert wird, die ausserhalb des Strahlenvorhangs (4) in starrer Position zum Laser (2) angeordnet ist und durch eine telezentrische Linse oder Fresnel-Linse (7) die parallel zueinander verlaufenden, mit dem Strahlenvorhang (4) einen spitzen Winkel einschliessenden reflektierten Strahlen von dieser Laserlichtlinie (5) detektiert.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur zusätzlichen Bestimmung der Objekthöhe auf der Auflagefläche seitlich des Laserstrahlenvorhangs (4) eine Anzahl Lichtquellen (9) eine Reihe von horizontalen, diskret übereinander angeordneten Lichtstrahlen zur Bildung einer Lichtschranke (10) parallel zur Ebene des Laserstrahlenvorhangs, aber im rechten Winkel zu dessen Laserstrahlen verlaufend auf die gegenüberliegende Seite des Laserstrahlenvorhangs (4) sendet und die Lichtstrahlen dieser Lichtschranke (10) dort von einer ebensolchen Reihe von übereinander angeordneten Lichtsensoren (11) erfasst werden.

5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur zusätzlichen Bestimmung der Bodenkontur des Objektes das Objekt (1) in einer Richtung vollständig durch den Strahlenvorhang (4) gefahren wird und dabei ein Weg-Zeit-Diagramm des Objektes (1) aufgenommen wird, und hernach mittels eines Rechners die aufgenommenen Daten ausgewertet werden, indem nur jene Bereiche der reflektierten Laserlichtlinie (5) über die Zeit ihrer Aufnahme auf einer Ebene aufgetragen werden, welche jeweils in gleicher Position verlaufen wie vor dem Durchfahren des Objektes durch den Strahlenvorhang detektiert, sowie der unterste ungestörte Lichtstrahl (12) der Lichtschranke zur Definition der maximalen Objekthöhe ermittelt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Weg-Zeit-Diagramm des Objektes (1) aufgenommen wird, indem zwei natürliche oder anzubringende Licht reflektierende Bereiche (15) auf der Seite des Objektes (1) mittels einer Lichtquelle (16) bestrahlt werden und mittels zweier horizontal versetzter optischer Kameras (14) überlappend das reflektierte Licht detektiert wird, dann die Zentren der aufgenommenen, Licht reflektierenden Bereiche (15) rechnerisch bestimmt werden, und hernach durch eine Triangulation der Zentren deren Positionen errechnet werden, und unter Berücksichtigung der ablaufenden Zeit deren Bewegung ermittelt und daraus ein Weg-Zeit-Diagramm erstellt wird.

7. Vorrichtung zum berührungslosen Vermessen der räumlichen Ausdehnung eines Objektes (1), das heisst eines dreidimensionalen Körpers, bestehend aus einer Auflagefläche für das Objekt (1), einem Laser (2) mit telezentrischer Linse oder Fresnel-Linse (3) zur Erzeugung eines orthogonal zur Auflagefläche verlaufenden Strahlenvorhanges (4), sowie einer zum Laser versetzten Kamera (6) mit vorgesetzter telezentrischer Linse oder Fresnel-Linse (7) zur Detektion aller ungestört auf der Auflagefläche reflektierten Lichtpunkte der dort auftreffenden Laserlichtlinie (5) in einem spitzen Winkel zum Strahlenvorhang (4).

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, bestehend aus einer Auflagefläche in Form einer Messbahn (17) für das Objekt (1), einem Laser (2) mit telezentrischer Linse oder Fresnel-Linse (3) zur Erzeugung eines orthogonal zur Auflagefläche verlaufenden Strahlenvorhanges (4), sowie einer zum Laser versetzten Kamera (6) mit vorgesetzter telezentrischer Linse oder Fresnel-Linse (7) zur Detektion aller ungestört auf der Auflagefläche reflektierten Lichtpunkte der dort auftreffenden Laserlichtlinie (5) in einem spitzen Winkel zum Strahlenvorhang (4), sowie Mitteln zum Erfassen und Aufzeichnen der Geschwindigkeit des auf der Messbahn (17) durch den Strahlenvorhang (4) bewegten Objektes (1).

9. Vorrichtung nach Anspruch 7, bestehend aus einer Auflagefläche in Form einer Messbahn (17) für das Objekt (1), einem längs der Messbahn (17) fahrbaren Laser (2) mit telezentrischer Linse oder Fresnel-Linse (3) zur Erzeugung eines orthogonal zur Auflagefläche verlaufenden Strahlenvorhanges (4), sowie einer zum Laser versetzten, mit demselben mitfahrenden Kamera (6) mit vorgesetzter telezentrischer Linse oder Fresnel-Linse (7) zur Detektion aller ungestört auf der Auflagefläche reflektierten Lichtpunkte der dort auftreffenden Laserlichtlinie (5) in einem spitzen Winkel zum Strahlenvorhang (4), sowie Mitteln zum Erfassen und Aufzeichnen der Geschwindigkeit des Lasers (2) und der Kamera (6) gegenüber der Messbahn (17).

10. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zum Erfassen und Aufzeichnen der Geschwindigkeit des auf der Messbahn (17) durch den Strahlenvorhang (4) bewegten Objektes (1) eine seitlich zur Messbahn (17) angeordnete Lichtquelle (16) für blaues Licht einschliessen, sowie zwei horizontal versetzte Kameras (14) seitlich der Messbahn (17) zur Detektion von zwei natürlich an der Objektseite gleich hoch daran vorhandener Reflexionsbereiche (15) oder künstlich auf gleicher Höhe daran angebrachter Reflexionsbereiche (15), sowie eine Rechnereinheit für die Auswertung der detektierten Daten und zur Ermittlung des Zentrums der Reflexionsbereiche (15) sowie mittels Triangulation deren Verschiebung über die Zeit und damit zur Erstellung eines Weg-Zeit-Diagramms eines auf der Messbahn (17) durchfahrenden oder durchbewegten Objektes (1).

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7, 8 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass zur zusätzlichen Erfassung der maximalen Höhe des auf der Messbahn (17) durch den Strahlenvorhang (4) bewegten Objektes (1) eine Anzahl seitlich des Laserstrahlenvorhangs (4) vorhandene Lichtquellen (9) zur Bildung einer Reihe von horizontalen, diskret übereinander angeordneten Lichtstrahlen vorhanden sind, die quer durch die Ebene des Laserstrahlenvorhangs auf die gegenüberliegende Seite des Laserstrahlenvorhangs (4) verlaufen und so eine Lichtschranke (10) bilden, sowie eine ebensolche Reihe von übereinander angeordneten Lichtsensoren (11) zur Erfassung der horizontal auftreffenden Lichtstrahlen vorhanden ist, sowie eine Rechnereinheit zur Ermittlung des jeweils untersten ungestörten Lichtstrahls (13) der Lichtschranke (10).

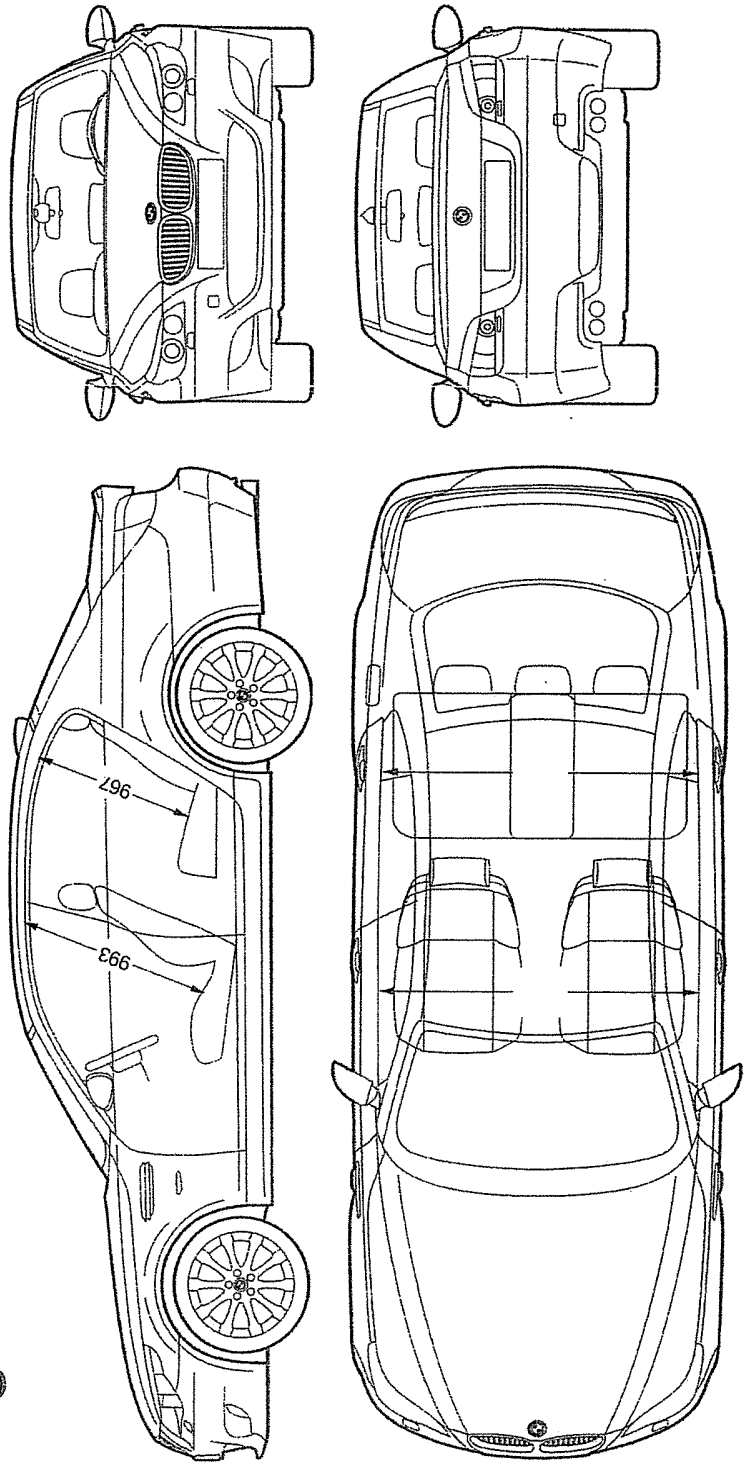


Fig. 1

Fig. 2

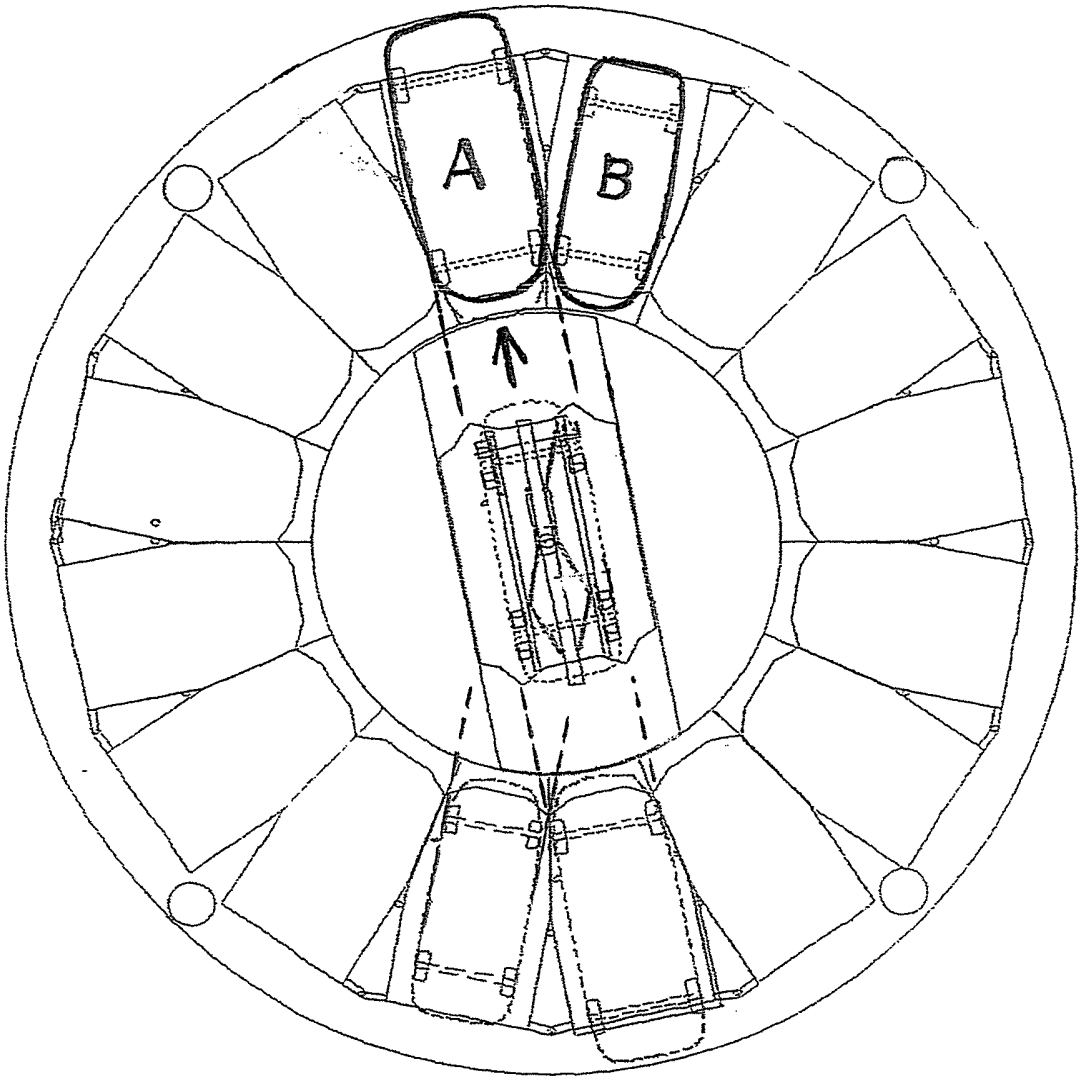
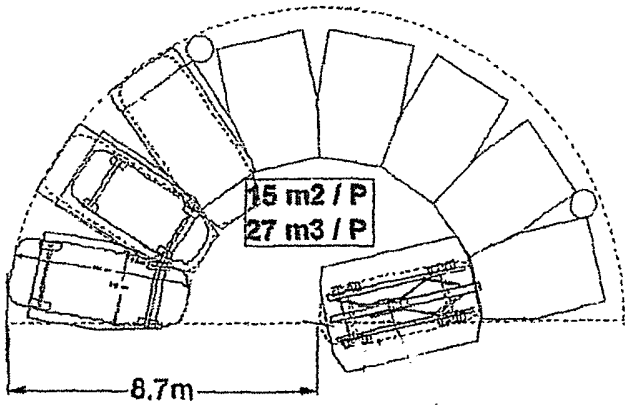


Fig. 3



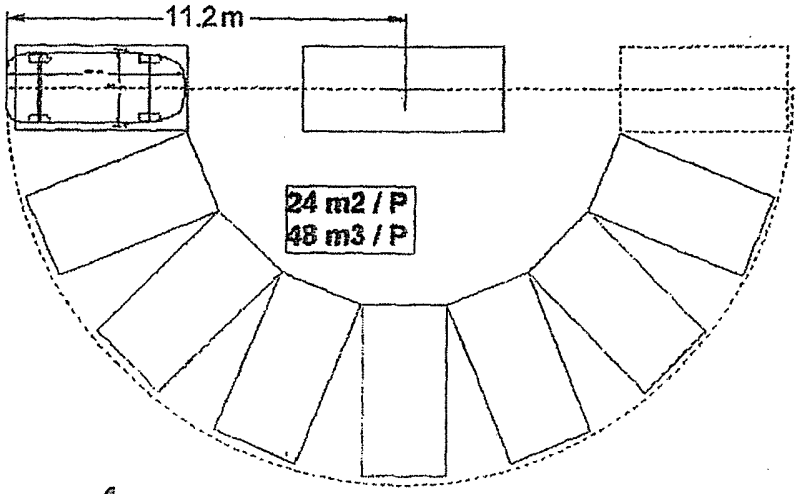


Fig. 4

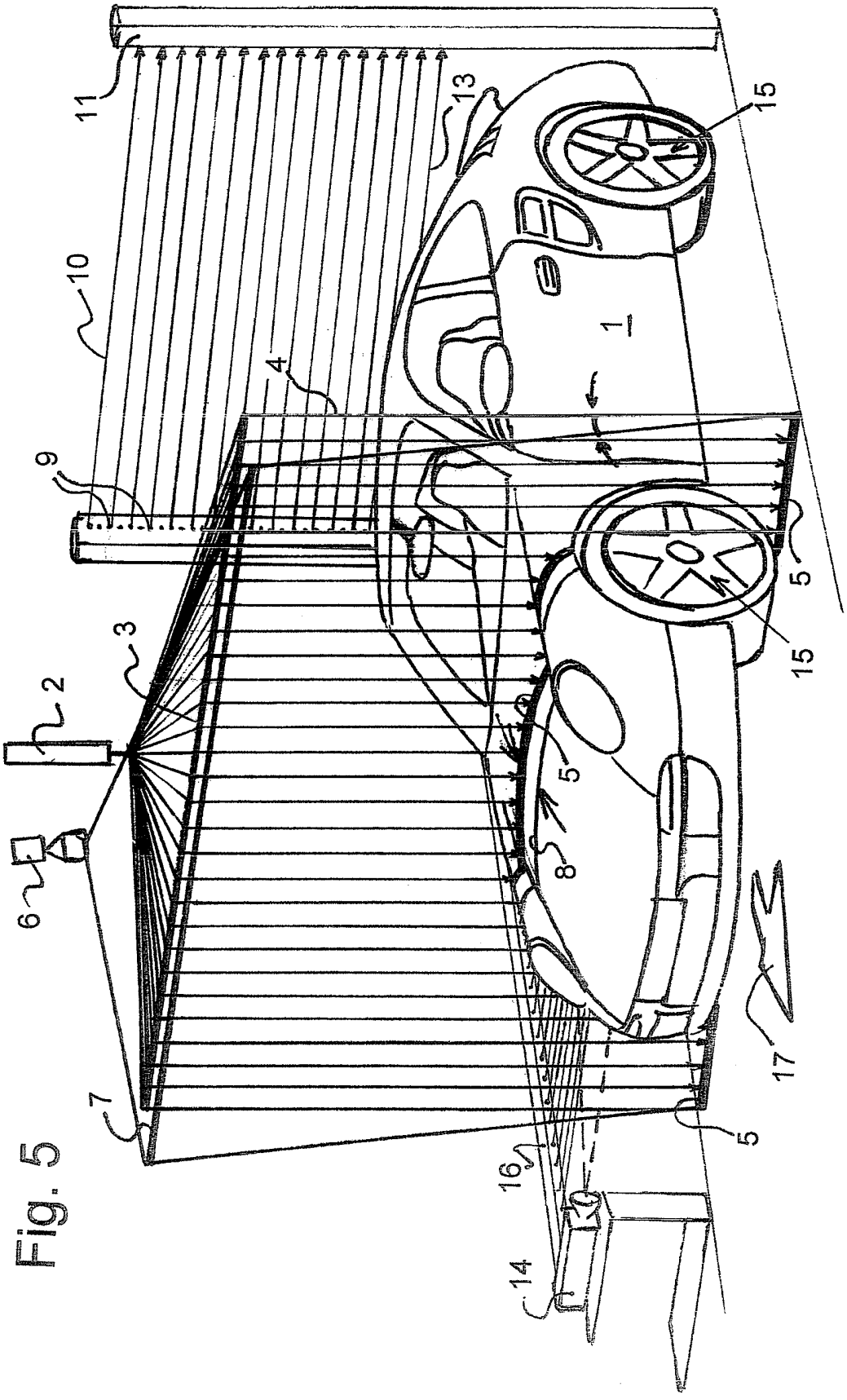


Fig. 5

Fig. 6

