

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3866328号  
(P3866328)

(45) 発行日 平成19年1月10日(2007.1.10)

(24) 登録日 平成18年10月13日(2006.10.13)

(51) Int. Cl.		F I			
<b>G06T</b>	<b>1/00</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>G06T</b>	<b>1/00</b>	<b>330B</b>
<b>G01B</b>	<b>11/00</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>G01B</b>	<b>11/00</b>	<b>H</b>
<b>G05D</b>	<b>1/02</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>G05D</b>	<b>1/02</b>	<b>S</b>
<b>G08G</b>	<b>1/16</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>G08G</b>	<b>1/16</b>	<b>C</b>

請求項の数 2 (全 23 頁)

<p>(21) 出願番号 特願平8-144438                  (22) 出願日 平成8年6月6日(1996.6.6)                  (65) 公開番号 特開平9-326032                  (43) 公開日 平成9年12月16日(1997.12.16)                      審査請求日 平成14年1月23日(2002.1.23)                      審判番号 不服2004-9789(P2004-9789/J1)                      審判請求日 平成16年5月10日(2004.5.10)</p>	<p>(73) 特許権者 000005348                      富士重工業株式会社                      東京都新宿区西新宿一丁目7番2号                  (74) 代理人 100076233                      弁理士 伊藤 進                  (72) 発明者 十川 能之                      東京都三鷹市大沢3丁目9番6号 株式会社スバル研究所内                       合議体                      審判長 杉山 務                      審判官 岡本 俊威                      審判官 青柳 光代</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両周辺立体物認識装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両周辺の物体を検出し、その物体の方向、物体までの距離分布を検出する物体検出手段と、上記物体検出手段で検出した物体までの距離分布から立体物を認識し、車両との相対位置を演算する立体物認識手段と、車両の旋回および前後方向の移動量を検出する車両移動量検出手段と、予め自車両を中心とする領域を設定し、該領域内に位置する立体物の相対位置情報を記憶する位置情報記憶手段と、上記車両移動量検出手段からの車両移動量を基に上記位置情報記憶手段に記憶しておいた上記予め自車両を中心とする領域内の立体物の相対位置情報を更新すると共に、上記予め自車両を中心とする領域の外に出る立体物の相対位置情報を削除し、且つ、上記車両の移動に伴って新たに得られる立体物の相対位置情報を付加することで、新たな自車両を中心とする領域内に位置する立体物の相対位置情報を演算する立体物位置情報演算手段とを備え、自車両の外形形状から立体物との接触を判断するために、自車両の両端部から接触の可能性を判定する接触危険度判定設定線を車両側部を含む車両前後方向に設定し、上記立体物の相対位置情報がこれらの接触危険度判定設定線の内側に位置する際には立体物と接触する可能性があると判断する接触判定出力部を備えたことを特徴とする車両周辺立体物認識装置。

10

【請求項2】

上記接触判定出力部は、上記接触危険度判定設定線の外側に更に設定線を設定し、上記接触危険度判定設定線と上記接触危険度判定設定線の外側の設定線との間に立体物が存在する際にはハンドル操作によっては該立体物と自車両とが接触する可能性があると判断す

20

ることを特徴とする請求項 1 記載の車両周辺立体物認識装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、自動車の運転支援装置や自律走行車の自律走行制御装置に用いる車両周辺立体物認識装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、自動車等の車両においては、塀、ガードレール、電柱、駐車車両等が多数存在する狭路を通過する際の運転者の感覚を補うものとして、例えば、コーナーポールや、棒状の部材が障害物に触れるとスイッチがオンする接触式スイッチからなる触覚センサ等を車体に取り付ける場合があり、これにより、車幅や左右障害物との間の隙間を確認することができる。

10

【0003】

また、車両の側面や四隅に超音波センサを取り付け、超音波を発射して障害物からの反射波を受信することにより距離を計測し、計測した距離を運転者に知らせる技術等が開発されている。

【0004】

さらに最近では、周辺の障害物の形状や障害物までの距離を検出する装置として、先に本出願人によって提出された特開平5 - 114099号公報に示すような、複数のCCDカメラによるステレオ画像認識装置を用いた車両周辺の立体物認識装置があり、その検出結果を運転者に報知する運転支援装置が開発されている。このステレオ画像認識装置を用いた車両周辺の立体物認識装置では、障害物の方向や形状が細かく認識できる上、障害物までの距離も正確に求められる。

20

【0005】

一方、自律走行車では、走行中に障害物との衝突や接触を避けるために、赤外線センサや超音波センサを利用して障害物の有無を検出し、走行方向に障害物がある場合には車両を停止させるなどの走行制御を行なうものがある。

【0006】

この自律走行車においても、近年、車両周辺の立体物認識装置として上述のステレオ画像認識装置を用い、同時に多数の障害物の有無や方向、形状を認識し、車両が障害物と接触の可能性がある場合に、車両を停止させたり、障害物の無い方向へ車両を走行制御する技術が開発されている。

30

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上述のステレオ画像認識装置を用いた車両周辺の立体物認識装置では、立体物の認識は、カメラ視野に入っている範囲のもののみが認識可能なため、例えば車両前方に向けてカメラが取り付けられている場合、車両前方のカメラ視野に入っている範囲の立体物の認識は行なえるが、車両側方に存在する立体物等、カメラ視野から外れた部分の立体物の認識は行なえないといった問題がある。

40

【0008】

このため、車両が旋回するような場合で車両側方等の立体物を認識する必要がある際には、運転者に対する運転支援を有効に行なうことができない。これに対処するため、車両側方を視野とするカメラあるいは立体物認識装置を付加して車両側方等にある立体物を認識できるようにすることが考えられるが、カメラ、装置の取り付け場所を新たに確保する必要が発生したり、また、大幅なコストアップを生じてしまう。

【0009】

同様に、自律走行車においても、操舵を伴う走行の場合には、前方のみならず側方の立体物の有無や距離を把握すれば、より質の高い走行制御を行なうことができる。特に自律走行車は、例えば、床面掃除のような作業を行ないながら走行するものがあり、立体物位置

50

の把握範囲が狭いと立体物きわの作業ができない等の影響がでる場合がある。そして、車両周辺の広い範囲で立体物の認識を行なおうとすると、それだけ多くのカメラ、立体物認識装置を取り付けなければならない、取り付け場所の問題、コストアップの問題が生じる。

【0010】

本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、カメラあるいは立体物認識装置を特別に付加することなく、車両周辺の広い範囲で立体物の認識を行なうことができる車両周辺立体物認識装置を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため請求項1記載の本発明による車両周辺立体物認識装置は、車両周辺の物体を検出し、その物体の方向、物体までの距離分布を検出する物体検出手段と、上記物体検出手段で検出した物体までの距離分布から立体物を認識し、車両との相対位置を演算する立体物認識手段と、車両の旋回および前後方向の移動量を検出する車両移動量検出手段と、予め自車両を中心とする領域を設定し、該領域内に位置する立体物の相対位置情報を記憶する位置情報記憶手段と、上記車両移動量検出手段からの車両移動量を基に上記位置情報記憶手段に記憶しておいた上記予め自車両を中心とする領域内の立体物の相対位置情報を更新すると共に、上記予め自車両を中心とする領域の外に出る立体物の相対位置情報を削除し、且つ、上記車両の移動に伴って新たに得られる立体物の相対位置情報を付加することで、新たな自車両を中心とする領域内に位置する立体物の相対位置情報を演算する立体物位置情報演算手段とを備え、自車両の外形形状から立体物との接触を判断するために、自車両の両端部から接触の可能性を判定する接触危険度判定設定線を車両側部を含む車両前後方向に設定し、上記立体物の相対位置情報がこれらの接触危険度判定設定線の内側に位置する際には立体物と接触する可能性があると判断する接触判定出力部を備えたものである。

10

20

【0012】

また、請求項2記載の本発明による車両周辺立体物認識装置は、請求項1記載の車両周辺立体物認識装置において、上記接触判定出力部は、上記接触危険度判定設定線の外側に更に設定線を設定し、上記接触危険度判定設定線と上記接触危険度判定設定線の外側の設定線との間に立体物が存在する際にはハンドル操作によっては該立体物と自車両とが接触する可能性があると判断するものである。

30

【0017】

すなわち、請求項1記載の本発明による車両周辺立体物認識装置は、物体検出手段で、車両周辺の物体を検出し、その物体の方向、物体までの距離分布を検出し、立体物認識手段で、上記物体検出手段で検出した物体までの距離分布から立体物を認識し、車両との相対位置を演算し、車両移動量検出手段で、車両の旋回および前後方向の移動量を検出し、位置情報記憶手段は、予め自車両を中心とする領域を設定し、該領域内に位置する立体物の相対位置情報を記憶する。そして、立体物位置情報演算手段は、上記車両移動量検出手段からの車両移動量を基に上記位置情報記憶手段に記憶しておいた上記予め自車両を中心とする領域内の立体物の相対位置情報を更新すると共に、上記予め自車両を中心とする領域の外に出る立体物の相対位置情報を削除し、且つ、上記車両の移動に伴って新たに得られる立体物の相対位置情報を付加することで、新たな自車両を中心とする領域内に位置する立体物の相対位置情報を演算する。接触判定出力部は、自車両の外形形状から立体物との接触を判断するために、自車両の両端部から接触の可能性を判定する接触危険度判定設定線を車両側部を含む車両前後方向に設定し、上記立体物の相対位置情報がこれらの接触危険度判定設定線の内側に位置する際には立体物と接触する可能性があると判断する。

40

【0018】

また、請求項2記載の本発明による車両周辺立体物認識装置は、請求項1記載の車両周辺立体物認識装置において、上記接触判定出力部は、上記接触危険度判定設定線の外側に更に設定線を設定し、上記接触危険度判定設定線と上記接触危険度判定設定線の外側の設定線との間に立体物が存在する際にはハンドル操作によっては該立体物と自車両とが接触

50

する可能性がある」と判断する。

【 0 0 2 3 】

【 発明の実施の形態 】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。図 1 ~ 図 7 は本発明の実施の形態 1 に係り、図 1 は運転支援装置の機能ブロック図、図 2 は車両側面からみた運転支援装置の全体構成図、図 3 は車両上面からみた運転支援装置の全体構成図、図 4 は車両周辺の立体物位置情報の説明図、図 5 は前回の立体物位置情報を移動させる際の説明図、図 6 は運転支援制御での各接触危険度判定設定線の説明図、図 7 は運転支援制御のフローチャートである。尚、本発明の実施の形態 1 は、車両としての自動車に搭載された運転支援装置が、本発明の車両周辺立体物認識装置で求めた車両周辺の立体物位置情報を基に、運転支援制御の一例としての障害物との接触防止を図るものであり、特に車両周辺立体物認識装置について以下詳述する。

10

【 0 0 2 4 】

図 2 および図 3 において、符号 1 は車両としての自動車を示し、この自動車 1 に、塀、ガードレール、電柱、駐車車両等の障害物が存在する狭路での障害物との接触可能性を判断し、その判断結果を表示することにより、運転者の負担を軽減して安全を確保する運転支援装置 2 が搭載されている。

【 0 0 2 5 】

上記運転支援装置 2 は、車外の設定範囲内の対象を撮像する撮像系としてのステレオ光学系 3 で撮像した自車両の走行方向（車両前方）の画像と、車両移動量検出手段としての舵角センサ 4 で検出した舵角と、同じく車両移動量検出手段としての後輪回転数センサ 5 で検出した後輪回転数（後輪移動量；車両の前後方向移動量を後輪移動量で代表させる。従って、車両の前後方向移動量を正確に求められるのであれば、前輪移動量であっても良い。）を制御装置 6 に入力して、この制御装置 6 が、狭路侵入の可否の判定や、車両周辺の障害物との接触防止を図る機能を達成すべく表示部 7 に出力するように構成されている。

20

【 0 0 2 6 】

上記ステレオ光学系 3 は、例えば電荷結合素子（CCD）等の固体撮像素子を用いた 1 組の CCD カメラからなり、左右の CCD カメラ 3 L, 3 R が、それぞれ車室内の天井前方に一定の間隔をもって取り付けられ、車外の対象を異なる視点からステレオ撮像するようになっている。

30

【 0 0 2 7 】

上記制御装置 6 は、車両周辺立体物認識部 10 と接触判定出力部 20 とで主に構成され、上記ステレオ光学系 3 で撮像した画像と、上記舵角センサ 4 で検出した舵角と、上記後輪回転数センサ 5 で検出した後輪回転数（後輪移動量）が上記車両周辺立体物認識部 10 に入力され、この車両周辺立体物認識部 10 で車両周辺の立体物位置情報を演算し、上記接触判定出力部 20 が、上記車両周辺立体物認識部 10 からの立体物位置情報を基に自車両と障害物との接触の可能性を判定して必要に応じて上記表示部 7 に出力するように構成されている。

【 0 0 2 8 】

上記表示部 7 は、ランプや発光ダイオード等からなる複数の発光物で形成され車体の左右フェンダ上端に配設される表示部 7 F L, 7 F R と、インストルメントパネル内に設けられて表示する表示部 7 I L, 7 I R と、運転席側に比較して車体位置を把握し難い助手席側のサイドミラー近傍に配設される表示部 7 S とからなり、上記制御装置 6 の上記接触判定出力部 20 からの出力信号を受けて所定に動作されるようになっている。例えば、上記各表示部 7 F L, 7 F R, 7 I L, 7 I R, 7 S は、それぞれ赤、黄、緑色を発光できるように形成され、接触すると判断した場合には赤色、運転者のハンドル操作によっては接触の虞があると判断した場合には黄色、立体物と自車両との間隔が十分にあり接触の虞がないと判断した場合には緑色が、該当する表示部により点滅あるいは点灯表示されるようになっている。このように表示することにより、狭路走行に際し、自車両と障害物との接触可能性に係わる情報を、視認性良く且つ安価な構成で表示することができ、運転者の負

40

50

担を軽減して接触事故等を未然に回避することができるばかりでなく、車両位置感覚の学習を補助して安全運転の促進を図ることができる。

【0029】

上記制御装置6の車両周辺立体物認識部10は、さらに、ステレオ画像処理部11、立体物認識部12、立体物位置情報演算部13および記憶部14で主に構成されている。

【0030】

上記ステレオ画像処理部11は、上記ステレオ光学系3で撮像した1組のステレオ画像に対し、対応する位置のずれ量から三角測量の原理によって画像全体に渡る距離情報を求める処理を行なって、三次元の距離分布を表す距離画像を生成し上記立体物認識部12に出力するもので、上記ステレオ光学系3と上記ステレオ画像処理部11で物体検出手段を構成している。

10

【0031】

また、上記ステレオ画像処理部11では、例えば、画像を小領域に分割し、それぞれの小領域内の輝度あるいは色のパターンを左右画像で比較して一致する領域を見つけ出すことにより、小領域毎の距離分布を全画面に渡って求めるようになっており、左右画像の一致度評価すなわちステレオマッチングは、右画像、左画像の*i*番目画素の輝度（色を用いても良い）を、それぞれ、 $A_i$ 、 $B_i$ とすると、以下の(1)式に示すシティブロック距離*H*に基づいて行われ、左右画像の各小領域間のシティブロック距離*H*の最小値が所定の条件を満たすとき、互いの小領域が対応すると判断することができる。

$$H = |A_i - B_i| \dots (1)$$

20

上記ステレオ画像処理部11から出力される画像のような形態をした距離分布情報、すなわち、距離画像は、所定の画像サイズ（例えば横400画素×縦200画素）を有し、以下、距離画像の座標系は、左上隅を原点として横方向を*i*座標軸、縦方向を*j*座標軸とし、単位は画素として定める。

【0032】

上記立体物認識部12は、立体物認識手段として形成されており、距離画像から前方に存在する他の車両や障害物等の複数の物体を検出して、その位置と大きさを算出し、検出した物体の輪郭像を抽出するようになっている。

【0033】

この場合、上記立体物認識部12では、物体の3次元的な位置情報を利用し、道路と物体の区別は道路表面からの高さによって行い、物体と背景の区別は距離の値によって行う。そのため、上記立体物認識部12では、まず、上記ステレオ画像処理部11からの距離画像の座標系を、自車（車両1）を取り巻く実空間の座標系に変換し、検出した立体物に対し、位置や大きさを計算するようになっている。

30

【0034】

すなわち、実空間の座標系を車両1固定で車両1を中心（原点を車両中央の真下の道路面）とした直交座標系とし、*X*軸を車両1の左右方向の軸、*Y*軸を車両1の前後方向の軸、*Z*軸を車両1の上下方向の軸とすると、*XY*平面（*Z* = 0）は、道路が平坦な場合、道路面と一致することになり、画像中の距離情報（*i*，*j*）から被写体の3次元位置（*X*，*Y*，*Z*）を算出するには、以下の(2)，(3)式により座標変換を行う。

40

$$Z = CH - Y \times PW \times (j - JV) \dots (2)$$

$$X = r / 2 - Y \times PW \times (i - IV) \dots (3)$$

ここで、*CH* : CCDカメラの取付け高さ

*PW* : 1画素当たりの視野角

*JV*，*IV* : 車両1の真正面の無限遠点の画像上の座標

*r* : 2台のCCDカメラの取付間隔

: 2台のCCDカメラの取付間隔の中心と車両中心とのずれ

また、実空間の3次元座標（*X*，*Y*，*Z*）から画像上の位置（*i*，*j*）を算出する式も、上記(2)，(3)式を変形し、次のようになる。

$$j = (CH - Z) / (Y \times PW) + JV \dots (4)$$

50

$$i = (X - r / 2 + \quad) / (Y \times PW) + IV \quad \dots (5)$$

また、上記立体物認識部12では、立体物認識を、駐車車両等の障害物の物体認識と側壁検出とで別々に行なうようになっており、物体認識では、上記ステレオ画像処理部11からの距離画像を、格子状に所定の間隔（例えば、8～20画素間隔）で区分し、各領域毎に、走行の障害となる可能性のある立体物のデータのみを選別し、その検出距離を算出する。すなわち、画像を多数の領域に分割して物体を探すことにより、複数の物体を同時に検出することができるようになっている。

#### 【0035】

各領域における被写体は、画像上の座標（ $i, j$ ）と距離データ $Y$ から、前述の（2）、（3）式を使って実空間の3次元位置（ $X, Y, Z$ ）が算出され、さらに、距離 $Y$ に於ける被写体の道路表面からの高さ $H$ は、道路表面の高さを $Z_r$ とすると、次の（6）式で計算することができるが、前述したように実空間の座標系が設定されているため、車両1に特別な傾きや上下移動が無い限り、 $Z_r = 0.0\text{m}$ と設定することができる。

$$H = Z - Z_r \quad \dots (6)$$

高さ $H$ が0.1m程度以下の被写体は、道路上の白線や汚れ、影などであり、走行の障害になる物体ではないと考えられるため、この被写体のデータは棄却する。また、車両の高さより上にある被写体も、歩道橋や標識などと考えられるので棄却し、走行上の障害となる立体物のデータのみを選別する。これにより、2次元の画像上で物体が道路などと重なり合っている場合でも、道路表面からの高さによってデータを区別し、障害となる物体のみを検出できる。

#### 【0036】

次に、このようにして抽出された立体物のデータに対して、予め設定された距離 $Y$ の区間に含まれるデータの個数を数え、距離 $Y$ を横軸とするヒストグラムを作成する。検出物体に対するヒストグラムで設定する距離 $Y$ の区間の長さや区間の個数は、距離 $Y$ の検出限界や精度および検出対象の物体の形状などを考慮して決定する。

#### 【0037】

上記ヒストグラムにおいては、入力される距離画像中の距離データには、誤って検出された値も存在するので、実際には物体の存在しない位置にも多少のデータが現れる。しかし、ある程度の大きさの物体があると、その位置の度数は大きな値を示し、一方、物体が何も存在しない場合には、誤った距離データのみによって発生する度数は小さな値となる。

#### 【0038】

従って、作成されたヒストグラムの度数が、予め設定した判定値以上かつ最大値をとる区間があれば、その区間に物体が存在すると判断し、度数の最大値が判定値以下の場合には、物体が存在しないと判断することにより、画像のデータに多少のノイズが含まれている場合においても、ノイズの影響を最小限にして物体を検出できる。

#### 【0039】

物体が存在すると判断されると、検出された区間と、その前後に隣接する区間に含まれている立体物のデータの距離 $Y$ の平均値を計算し、この値を物体までの距離と見なす。このような物体までの距離検出の処理を全領域について行った後、各領域の物体の検出距離を調べ、隣接する領域において物体までの検出距離の差異が設定値以下の場合には同一の物体と見なし、一方、設定値以上の場合には別々の物体と見なす。このようにデータを区別することにより、複数の物体とその距離、存在領域を背景と区別して検出することができ、さらに、2次元の画像上で複数の物体が重なり合っている場合においても、各々の物体の距離の違いによって、それらを区別して検出できる。

#### 【0040】

そして、さらに上述の検出された各々の物体について、3次元空間で、検出物体を包含する直方体状の3次元空間領域すなわち3次元ウィンドウを設定し、この設定した3次元ウィンドウが2次元の画像上でどのように見えるかを計算し、ウィンドウ輪郭線の内側を2次元ウィンドウとして、この中のデータのみを検出対象とする。

#### 【0041】

10

20

30

40

50

上記2次元ウインドウ内の各データを順次サーベイし、3次元ウインドウに含まれるデータのみを選別し、検出した物体の輪郭像を抽出する処理を行い、検出物体の自車両1との位置関係を検出するのである。

【0042】

上記3次元ウインドウから上記2次元ウインドウを求めるには、3次元ウインドウの8個の頂点の各座標 $(X_n, Y_n, Z_n)$ から、前述の(4)、(5)式を用いて画像上の座標 $(i_n, j_n)$ を計算し、これらの点を包絡する多角形を計算して行なわれる。

【0043】

一方、上記立体物認識部12での側壁検出は、側壁と道路との区別を道路表面からの高さによって行い、側壁と遠方の背景との区別を、前後方向と横方向の距離によって行うことにより、側壁が存在すると推定される周辺のデータのみを抽出し、続いて側壁のデータは水平方向に直線的に並んでいる特徴に注目してこれをハフ変換によって検出し、位置を求めることにより行なわれる。

10

【0044】

すなわち、上記距離分布の情報の中から予め設定された道路表面より上にあるデータのみを抽出し、抽出した立体物データの中から、予め設定された側壁の探索領域内のデータのみを抽出し、これをハフ変換で処理して側壁の有無と側壁の位置を示す直線式とを検出する。また、側壁の位置を示す直線式に基づいて、側壁が存在すると推定される側壁候補領域を設定し、この側壁候補領域内の立体物データの分布状態から側壁の前後端の位置を検出する。

20

【0045】

詳細には、側壁は立体物の一種であるから、まず、道路表面より上にある立体物のデータを距離画像の中から抽出する。この際、高さ $H$ が0.1m程度以下の立体物は、前述したように、道路上の白線や汚れ、影等と考えられるため、この立体物のデータは棄却する。また、車両の高さより上にある立体物も、歩道橋や標識等と考えられるので棄却し、道路上の立体物のデータのみを選別する。

【0046】

また、画面に写っている広範囲の立体物のデータが抽出されるが、これら全てを処理することは合理的でないため、側壁を探索する領域に制限を設ける。

【0047】

この場合、道路を通常走行している場合には、側壁は車両1の左側と右側に、車両1と概ね平行に存在する。一方、遠くの側壁は、距離データの精度の面から検出が困難になり、且つ、検出の必要性も小さい。そこで、これらを考慮し、左側と右側の2つの探索領域を設定し、左側と右側の側壁を別々に検出して行く。

30

【0048】

各探索領域に含まれる立体物データを抽出するには、抽出された各データの被写体の3次元位置 $(X, Y)$ 座標を計算し、この3次元位置 $(X, Y)$ 座標と各探索領域とを、それぞれ比較して判定する。

【0049】

画像上の探索領域内にも、目的とする側壁の他に様々な立体物が存在する。さらに、距離画像にはノイズ状の偽データも含まれており、実際には物体が存在しない空間にデータのみが分散して存在する。この中で側壁は、そのデータが直線状に並んでいる特徴がある。そこで、ハフ変換を使用してデータの列の直線式を検出することによって側壁の検出を行う。

40

【0050】

このハフ変換による直線式の検出について説明すると、まず、立体物データ $P_i$ (座標 $X_i, Y_i$ )に対し、このデータ $P_i$ の点を通る直線 $F_i$ を想定する。この直線の式は、以下の(7)式で示される。

$$X = a f_i \times Y + b f_i \quad \dots (7)$$

次に、縦軸が上記(7)式の傾き $a f$ 、横軸が切片 $b f$ のパラメータ空間を設定し、上記

50

(7)式のパラメータ  $a f i$  ,  $b f i$  に相当する位置に投票を行う。

【0051】

ここで、傾き  $a f i$  の値は、前述したように側壁は車両1と概ね平行と考えられるため、一般道路では、例えば  $\pm 20^\circ$  ( $a f i$  :  $\pm 0.36$ ) 程度の範囲で変化させれば実用上十分である。また、切片  $b f i$  の値は、左側の側壁を検出する場合、車両1の左脇である例えば  $X = -1\text{m}$  から  $-10\text{m}$  程度の範囲、右側の側壁を検出する場合には、例えば  $X = +1\text{m}$  から  $+10\text{m}$  程度の範囲に制限する。このように、制限範囲を例えば  $\pm 10\text{m}$  程度にするのは、あまり遠く離れた側壁の検出は実用面の必要性が小さいためである。

【0052】

このような制限により、パラメータ空間上で投票が行われる範囲は矩形領域となり、この矩形領域はさらに格子状に分割されて各格子毎に投票される。上記(7)式の傾き  $a f i$  は、所定の変化範囲内(例えば  $\pm 10^\circ \sim \pm 20^\circ$ )であり、格子間隔  $a f$  毎に順次変化させて設定する。切片  $b f i$  は、設定された傾き  $a f i$  と立体物データ  $P i$  の座標 ( $X i$  ,  $Y i$ ) を上記(7)式に代入して算出され、これが上記制限範囲内であればパラメータ空間の該当する格子に投票される。

10

【0053】

検出される側壁の位置、すなわち直線式の傾きと切片の検出精度は、格子間隔  $a f$  ,  $b f$  によって決定され、格子間隔  $a f$  ,  $b f$  の設定は、側壁の情報を利用する外部装置側の要求に基づいて行われる。

【0054】

以上のようにして探索領域内の全立体物データに対してパラメータ空間への投票を行う際、直線的に並んだデータが存在すると、このデータの列と一致するように設定した直線のパラメータ  $a f i$  ,  $b f i$  に相当するパラメータ空間の格子は多くの得票を得て、左右の投票領域毎に局所極大値が現れる。

20

【0055】

側壁が存在し、明確な立体物データの列があるとパラメータ空間の局所極大値は大きな値を示し、一方、側壁が無く、複数の物体が分散して存在する状態では局所極大値は小さい値を示す。従って、パラメータ空間の左右の投票領域毎に局所極大値を検出し、検出した局所極大値が判定値以上であれば側壁が存在すると判定することができる。判定値は設定する探索領域の大きさや格子の間隔等を考慮して設定する。

30

【0056】

次に、側壁有りと判定された場合には、側壁の前後端の位置を検出する。これは、側壁の存在が推定される直線を中心として、幅  $0.3\text{m} \sim 1.0\text{m}$  程度の領域を側壁候補領域として定め、この領域を、さらにY方向に区分して、上記探索領域内の立体物データを順次サーベイし、側壁候補領域内にあるデータのみを抽出した後、区分毎に立体物データの個数をカウントし、ヒストグラムを作成することにより行なう。そして、このヒストグラムは側壁が存在する部分では大きな度数を示すため、度数が判定値以上の区分を検出することによって、この範囲に側壁が存在すると判断することができ、その両端の3次元位置を計算して側壁の前後端位置とするのである。

【0057】

以上のようにして、距離画像から道路上の各物体の位置、形状等のパラメータが求められるようになっており、前記立体物位置情報演算部13にそのパラメータが読み込まれる。

40

【0058】

上記立体物位置情報演算部13は、立体物位置情報演算手段として形成され、前記舵角センサ4で検出した舵角と、前記後輪回転数センサ5で検出した後輪回転数(後輪移動量)と、上記立体物認識部12からの情報を基に、位置情報記憶手段としての記憶部14に前回記憶しておいた車両周辺の立体物位置情報を更新して新たな車両周辺の立体物位置情報を演算するようになっている。

【0059】

上記車両周辺の立体物位置情報は、図4に示すように、XY平面上に予め設定した自車両

50

を中心とする領域 Q R S T 内の立体物の位置情報であり、今回演算して得た上記立体物認識部 1 2 からの情報（領域 P Q R 内の情報）と、前回までに得た上記立体物認識部 1 2 からの情報とで形成されている。

【 0 0 6 0 】

すなわち、前回演算して上記記憶部 1 4 に記憶しておいた立体物位置情報の領域 Q' R' S' T' から、今回、車両が移動して（移動量 M）、新たに上記立体物認識部 1 2 から領域 P Q R の相対位置情報を得ると、前回の立体物位置情報の領域 Q' R' S' T' の情報を上記移動量 M だけ移動し、今回の車両位置に対する情報になるように更新するとともに、この更新した前回の立体物位置情報の領域 Q' R' S' T' の情報から、記憶領域外に出たもののデータ（領域 T S S' T' のデータ）と、新たに得た領域 P Q R の相対位置情報に重複する領域 P E F のデータとを消去し、上記領域 P Q R の相対位置情報を追加して今回の立体物位置情報の領域 Q R S T を形成するようになっている。この今回の立体物位置情報のデータは再び上記記憶部 1 4 に記憶されるとともに、前記接触判定出力部 2 0 に出力される。尚、図 4 では、解りやすくするため、車両が前進移動する場合で示しているが、車両が旋回移動する場合等でも同様にして今回の立体物位置情報が求められる。

10

【 0 0 6 1 】

このように、本発明の実施の形態 1 の車両周辺立体物認識部 1 0 によれば、従来のような車両前方での立体物の位置が認識できることはもちろん、一旦車両前方で認識された立体物は車両の移動に伴って車両側方になってしまった場合でもその位置を把握することができ、他にカメラあるいは立体物認識装置を特別に付加することなく、車両周辺の広い範囲で立体物の認識を行なうことができるようになっている。

20

【 0 0 6 2 】

ここで、検出した車両の移動量を基に、前回の立体物位置情報を移動させるには、例えば、以下の算出式によって行なう。

【 0 0 6 3 】

図 5 において、車両が直進する場合、A 点 ( x a , y a ) にある物体は B 点 ( x b , y b ) に相対的に移動する ( x a = x b )。ここで、舵角を とすると、直進走行時は = 0 であり、後輪移動量を M として、 y b = y a - M となる。すなわち、直進走行時では、座標 ( x o l d , y o l d ) で示す前回の立体物位置情報は、座標 ( x n e w , y n e w ) で示す今回の新たな立体物位置情報に以下の 2 式により移動される。

30

$$x_{new} = x_{old} \quad \dots ( 8 )$$

$$y_{new} = y_{old} - M \quad \dots ( 9 )$$

尚、上記舵角 は、厳密に 0 でなくとも、予め設定しておいた範囲内の値であれば直進走行とみなすようになっている。この設定範囲は、車速等のパラメータにより可変設定されるものであっても良い。

【 0 0 6 4 】

また、車両が旋回する場合 ( の場合 )、B 点 ( x b , y b ) にある物体は C 点 ( x c , y c ) に相対的に移動する。この旋回の中心座標 P C ( X C E , Y C E ) は、X C E を舵角 による車両諸元に基づいて予め設定しておいたテーブルの参照により求める ( f ( ) で示す ) ものとして、

40

$$X_{CE} = f ( ) \quad \dots ( 1 0 )$$

$$Y_{CE} = ( \text{車輪軸までのオフセット} ) = 0 \quad \dots ( 1 1 )$$

となる。

【 0 0 6 5 】

さらに、旋回の回転角 c は、カメラ位置から左後輪までの X 方向のオフセットを X W とし、

$$c = M / ( X_{CE} - X_{W} ) \quad \dots ( 1 2 )$$

で算出される。

【 0 0 6 6 】

上記中心座標 P C ( X C E , Y C E )、旋回角 c を用いて、旋回走行時では、座標 ( x o l d

50

、y old )で示す前回の立体物位置情報は、座標 ( x new , y new )で示す今回の新たな立体物位置情報に以下のように移動される。

$$r = ( ( x old - X CE ) ^ 2 + ( y old - Y CE ) ^ 2 ) ^ { 1 / 2 }$$

$$a = \arctan ( ( y old - Y CE ) / ( x old - X CE ) )$$

とすると、

$$x new = r \times \cos ( a + c ) + X CE \quad \dots ( 1 3 )$$

$$y new = r \times \sin ( a + c ) + Y CE \quad \dots ( 1 4 )$$

上記接触判定出力部 2 0 は、上記立体物位置情報演算部 1 3 からの車両周辺の立体物位置情報を基に、予め記憶してある自車両の外形形状から、立体物と車両との接触の可能性を判定して、結果を前記表示部 7 に出力させるようになっている。

10

#### 【 0 0 6 7 】

すなわち、図 6 に示すように、車両 1 の左右両側部に、左側接触危険度判定設定線 L A , 右側接触危険度判定設定線 R A を設定し、この判定設定線 L A と判定設定線 R A より内側に立体物が存在する際には、立体物は障害物であり接触すると判定して各表示部 7 F L , 7 F R , 7 I L , 7 I R の中から該当するものを選択して、赤色光を点滅あるいは点灯させる。例えば、車両中心線より左側に障害物がある際には、車体の左フェンダ上端の表示部 7 F L とインストルメントパネル内の表示部 7 I L を選択して、赤色光を点滅あるいは点灯させる。逆に、車両中心線より右側に障害物がある際には、車体の右フェンダ上端の表示部 7 F R とインストルメントパネル内の表示部 7 I R を選択して、赤色光を点滅あるいは点灯させる。

20

#### 【 0 0 6 8 】

さらに、上記左側接触危険度判定設定線 L A , 右側接触危険度判定設定線 R A の外側には左側接触危険度判定設定線 L B , 右側接触危険度判定設定線 R B が設定され、上記判定設定線 L A と上記判定設定線 L B の間に障害物が存在する際には、運転者のハンドル操作によっては接触の虞があると判定して、車体の左フェンダ上端の表示部 7 F L とインストルメントパネル内の表示部 7 I L を選択して、黄色光を点滅あるいは点灯させる。また、上記判定設定線 R A と上記判定設定線 R B の間に障害物が存在する際には、運転者のハンドル操作によっては接触の虞があると判定して、車体の右フェンダ上端の表示部 7 F R とインストルメントパネル内の表示部 7 I R を選択して、黄色光を点滅あるいは点灯させる。

#### 【 0 0 6 9 】

また、上記左側接触危険度判定設定線 L B , 右側接触危険度判定設定線 R B の外側にのみ障害物が存在する場合は、障害物と自車両との間隔が十分にあり接触のおそれがないと判定して緑色光を表示するようになっている。

30

#### 【 0 0 7 0 】

上記各接触危険度判定設定線 L A , R A , L B , R B は、図 6 では直線に設定する例を示しているが、直線に限ることなく曲線 ( 例えば、車両前方に進むにつれて次第に広がるような曲線 ) 等であってもよく、現在の車両速度、舵角により可変可能に設定できるようにしても良い。

#### 【 0 0 7 1 】

次に、上記車両 1 の運転支援装置 2 による運転支援制御を、図 7 のフローチャートで説明する。このプログラムは、一定時間毎あるいは車両の一定移動量毎に実行されるもので、まず、ステップ ( 以下「 S 」と略称 ) 1 0 1 で、舵角センサ 4 から舵角 を読み込み、後輪回転数センサ 5 から後輪回転数を後輪移動量 M に変換して読み込み、また、車両周辺立体物認識部 1 0 の記憶部 1 4 から前回の立体物位置情報を読み込む。

40

#### 【 0 0 7 2 】

次いで、 S 1 0 2 に進み、舵角 の値から旋回状態か直進状態かを判定し、直進状態の場合には S 1 0 3 に進み、旋回状態の場合には S 1 0 4 に進む。

#### 【 0 0 7 3 】

上記 S 1 0 2 で直進状態と判定して S 1 0 3 に進むと、前回の立体物位置情報に後輪移動量 M を加算して ( 前記 ( 8 ) 式 , ( 9 ) 式 に基づく処理を行なって ) 、 S 1 0 6 に進む

50

。

【0074】

一方、上記S102で旋回状態と判定してS104に進むと、舵角、後輪移動量Mから旋回中心PC、旋回角cを算出し(前記(10)式,(11)式,(12)式に基づく算出)、S105に進んで前回の立体物位置情報を上記旋回中心PCを中心に旋回角c回転させ(前記(13)式,(14)式に基づく処理を行なって)、S106に進む。

【0075】

上記S103あるいは上記S105からS106に進むと、前回の立体物位置情報の中で、上記S103あるいは上記S105の処理により記憶領域外に出たもののデータの消去を行なう。

10

【0076】

次いで、S107に進み、前回の立体物位置情報の中で、上記S103あるいは上記S105の処理により立体物の新たな相対位置情報と重複するデータを消去する。

【0077】

次に、S108に進み、ステレオ光学系3で撮像した画像を車両周辺立体物認識部10のステレオ画像処理部11、立体物認識部12で処理して立体物の新たな相対位置情報として読み込み、S109に進んで、上記S107で形成した前回の立体物位置情報に上記新たな相対位置情報を加え記憶する。この立体物位置情報が今回更新された新たな車両周辺の立体物位置情報である。すなわち、上記S102~上記S108で行なわれる処理は立体物位置情報演算部13と記憶部14とで行なう処理になっている。

20

【0078】

次いで、S110に進み、上記S109の処理により最終的に設定した今回の新たな車両周辺の立体物位置情報を基に、予め記憶してある自車両の外形形状から、立体物と車両との接触の可能性を判定し、S111に進んで、上記S110の判定結果に応じて表示部7に信号出力する。すなわち、上記S110および上記S111が接触判定出力部20で行なわれる処理である。

【0079】

尚、記憶された今回の新たな車両周辺の立体物位置情報は、次回制御プログラムが実行される際には、前回の立体物位置情報として読み込まれ処理される。

【0080】

このように本発明の実施の形態1の車両周辺立体物認識部10によれば、従来のような車両前方での立体物の位置が認識できることはもちろん、一旦車両前方で認識された立体物が車両の移動に伴って車両側方になってしまった場合でもその位置を把握することができるため、車両前方に存在する障害物に対する運転支援はもちろん、車両側方に存在する障害物に対する運転支援も容易に行なうことが可能である。

30

【0081】

次に、図8~図11は本発明の実施の形態2に係り、図8は運転支援装置の機能ブロック図、図9は車両側面からみた運転支援装置の全体構成図、図10は車両上面からみた運転支援装置の全体構成図、図11は運転支援制御のフローチャートである。尚、本発明の実施の形態2は、車両移動量検出手段として左後輪回転数センサと右後輪回転数センサを用いて舵角センサを用いずに形成したことが前記発明の実施の形態1と異なる。

40

【0082】

すなわち、図8~図10に示すように、左後輪には左後輪回転数センサ5が、右後輪には右後輪回転数センサ25が設けられ、制御装置6に、それぞれ左後輪回転数(左後輪移動量)と右後輪回転数(右後輪移動量)とが入力されるようになっている。そして、上記制御装置6の車両周辺立体物認識部10の立体物位置情報演算手段としての立体物位置情報演算部26に、上記左右後輪移動量が入力され、これら左右後輪移動量と、立体物認識部12からの情報を基に、記憶部14に前回記憶しておいた車両周辺の立体物位置情報を更新して新たな車両周辺の立体物位置情報を演算し出力するようになっている。

【0083】

50

上記立体物位置情報演算部 26 は、前記発明の実施の形態 1 での立体物位置情報演算部 13 と略同様の機能を有するものであるが、左右後輪移動量が入力されるようになっているため、前回の立体物位置情報を移動させる際は、以下のように行なうものである。

【0084】

図 5 において、車両が直進する場合、A 点 (  $x_a$  ,  $y_a$  ) にある物体は B 点 (  $x_b$  ,  $y_b$  ) に相対的に移動する (  $x_a = x_b$  )。ここで、左後輪移動量 ( 変化量 ) を  $M_L$  , 右後輪移動量 ( 変化量 ) を  $M_R$  とすると、直進時では、 $M_L = M_R$  であり、 $y_b = y_a - M_R$  となる。すなわち、直進走行時では、座標 (  $x_{old}$  ,  $y_{old}$  ) で示す前回の立体物位置情報は、座標 (  $x_{new}$  ,  $y_{new}$  ) で示す今回の新たな立体物位置情報に以下の 2 式により移動される。

$$x_{new} = x_{old} \quad \dots (15)$$

$$y_{new} = y_{old} - M_R \quad \dots (16)$$

また、車両が旋回する場合、B 点 (  $x_b$  ,  $y_b$  ) にある物体は C 点 (  $x_C$  ,  $y_C$  ) に相対的に移動する。この旋回の中心座標  $P_C$  (  $X_{CE}$  ,  $Y_{CE}$  ) は、

$$X_{CE} = ( M_R + M_L ) / ( M_R - M_L ) \times ( \text{車輪トレッド} ) / 2 \quad \dots (17)$$

$$Y_{CE} = ( \text{車輪軸までのオフセット} ) = 0 \quad \dots (18)$$

となる。

【0085】

さらに、旋回の回転角  $c$  は、

$$c = ( M_R - M_L ) / ( \text{車輪トレッド} ) \quad \dots (19)$$

で算出される。

【0086】

上記中心座標  $P_C$  (  $X_{CE}$  ,  $Y_{CE}$  )、旋回角  $c$  を用いて、旋回走行時では、座標 (  $x_{old}$  ,  $y_{old}$  ) で示す前回の立体物位置情報は、座標 (  $x_{new}$  ,  $y_{new}$  ) で示す今回の新たな立体物位置情報に、前記 ( 13 ) 式、( 14 ) 式で移動される。

【0087】

次に、本発明の実施の形態 2 による運転支援装置 2 による運転支援制御を、図 11 のフローチャートで説明する。まず、S201 で、左後輪回転数センサ 5 から左後輪回転数を左後輪移動量  $M_L$  に変換して読み込み、右後輪回転数センサ 25 から右後輪回転数を右後輪移動量  $M_R$  に変換して読み込み、また、車両周辺立体物認識部 10 の記憶部 14 から前回の立体物位置情報を読み込む。

【0088】

次いで、S202 に進み、左右後輪移動量  $M_L$  ,  $M_R$  から旋回状態か直進状態かを判定し、直進状態の場合には S203 に進み、旋回状態の場合には S204 に進む。

【0089】

上記 S202 で直進状態と判定して S203 に進むと、前回の立体物位置情報に後輪移動量  $M_L$  を加算して ( 前記 ( 15 ) 式、( 16 ) 式に基づく処理を行なって )、S106 に進む。一方、上記 S202 で旋回状態と判定して S204 に進むと、左右後輪移動量  $M_L$  ,  $M_R$  から旋回中心  $P_C$ 、旋回角  $c$  を算出し ( 前記 ( 17 ) 式、( 18 ) 式、( 19 ) 式に基づく算出 )、S105 に進んで前回の立体物位置情報を上記旋回中心  $P_C$  を中心に旋回角  $c$  回転させ ( 前記 ( 13 ) 式、( 14 ) 式に基づく処理を行なって )、S106 に進む。以下 S106 以降、前記発明の実施の形態 1 と同様の処理ルーチンとなる。

【0090】

このように、本発明の実施の形態 2 によれば、前記発明の実施の形態 1 の効果に加え、舵角センサを用いずとも車両周辺立体物認識部が形成でき、さらにコストダウンを図ることができる。

【0091】

次に、図 12 ~ 図 16 は本発明の実施の形態 3 に係り、図 12 は自律走行制御装置の機能ブロック図、図 13 は車両側面からみた自律走行制御装置の全体構成図、図 14 は車両上

10

20

30

40

50

面からみた自律走行制御装置の全体構成図、図15は車両周辺の立体物位置情報の説明図、図16は自律走行制御のフローチャートである。

【0092】

尚、本発明の実施の形態3は、車両としての自律走行車に前記発明の実施の形態2で説明した車両周辺立体物認識部10を搭載し、この車両周辺立体物認識部10からの立体物位置情報を基に、車両停止、障害物回避等の走行制御を行なわせるようにしたものである。

【0093】

すなわち、符号30は車両としての自律走行車を示し、この自律走行車30には、例えば、車両後部下側にモータ等の作業装置31が設けられている。また、車両前部下側にキャスタ等の小車輪32が設けられ、車両の略中央の左右両脇には駆動輪33（左側駆動輪33L、右側駆動輪33R）が設けられており、この駆動輪が、車両に搭載された自律走行制御装置35により制御される駆動モータ34（左側駆動モータ34L、右側駆動モータ34R）により駆動され、上記作業装置31により、走行しながら芝刈り等の作業ができるように構成されている。

10

【0094】

さらに、上記自律走行車30には、前記発明の実施の形態2の如く、前方を撮像するステレオ光学系3（左側CCDカメラ3L、右側CCDカメラ3R）が配設されるとともに、左駆動輪には左駆動輪回転数センサ5が、右駆動輪には右駆動輪回転数センサ25が設けられており、これらステレオ光学系3、左駆動輪回転数センサ5、右駆動輪回転数センサ25は、上記自律走行制御装置35に接続されている。

20

【0095】

上記自律走行制御装置35は、車両周辺立体物認識部10と、この車両周辺立体物認識部10からの立体物位置情報を基に、車両停止、障害物回避等の走行制御を行なわせる走行制御部38とから主に構成されている。

【0096】

上記車両周辺立体物認識部10は、前記発明の実施の形態2で説明したものと同様のもので、立体物位置情報演算部26に、左右駆動輪移動量が入力され、これら左右駆動輪移動量と、立体物認識部12からの情報（相対位置情報）を基に、記憶部14に前回記憶しておいた車両周辺の立体物位置情報を更新して新たな車両周辺の立体物位置情報を演算し出力するようになっている。

30

【0097】

上記車両周辺立体物認識部10で形成される車両周辺の立体物位置情報は、図15に示すように、XY平面上に予め設定した自車両を中心とする領域QRST（前記発明の実施の形態1に対応して示す）内の立体物の位置情報で、物体の車両との相対位置が、A点（ $x_a$ 、 $y_a$ ）からB点（ $x_b$ 、 $y_b$ ）に移動するような直進走行時は、前記（15）式、（16）式に基づき前回の位置情報を移動させ、また、B点（ $x_b$ 、 $y_b$ ）からC点（ $x_c$ 、 $y_c$ ）に移動するような旋回走行時は、前記（13）式、（14）式に基づき前回の位置情報を移動させ、その後、記憶領域外に出たもののデータと、新たに得たデータ（カメラ視野）に重複するデータとを消去し、新たに得たカメラ視野の相対位置情報を追加して今回の新たな立体物位置情報を形成するようになっている。

40

【0098】

上記走行制御部38は、上記立体物位置情報演算部26からの車両周辺の立体物位置情報を基に、予め記憶してある自車両の外形形状から、自車両が停止すべき状態か否か判定して、自車両が停止すべき状態と判定した際には上記駆動モータ34を停止制御して車両を停止させる一方、自車両は停止すべき状態ではないが障害物を回避しなければならない状態であると判定した際には上記駆動モータ34を障害物回避制御して障害物を回避させる。この障害物回避制御は、例えば、障害物とは左右反対側の駆動モータ（左側駆動モータ34Lあるいは右側駆動モータ34R）を演算した速度に減速させることにより行なう。

【0099】

次に、上記自律走行車30の自律走行制御装置35による自律走行制御を、図16のフロ

50

ーチャートで説明する。尚、この図からも明らかなように、S 2 0 1 ~ S 1 0 9 までの処理は前記発明の実施の形態 2 と同様であるので、それ以降、S 3 0 1 以降の走行制御部 3 8 で行なわれる処理を説明する。また、前記発明の実施の形態 2 に於ける S 2 0 1 , S 2 0 3 , S 2 0 4 の“後輪”は、“駆動輪”に読み替える。

【 0 1 0 0 】

S 3 0 1 では、立体物位置情報演算部 2 6 からの車両周辺の立体物位置情報を基に、予め記憶してある自車両の外形形状から、自車両が停止すべき状態か否かの判定を行なう。

【 0 1 0 1 】

そして、上記 S 3 0 1 で、障害物が自車両に接近して停止する必要があると判定すると S 3 0 2 に進み、上記駆動モータ 3 4 を停止制御して（車両停止制御 ON して）車両を停止させる。

10

【 0 1 0 2 】

一方、上記 S 3 0 1 で、停止する必要はないと判定すると S 3 0 3 に進み、車両停止制御 OFF として、S 3 0 4 に進み、立体物位置情報演算部 2 6 からの車両周辺の立体物位置情報を基に、予め記憶してある自車両の外形形状から、自車両が障害物を回避すべきか否かの判定を行なう。

【 0 1 0 3 】

上記 S 3 0 4 で障害物を回避する必要があると判定すると、S 3 0 5 に進み、障害物とは左右反対側の駆動モータ（左側駆動モータ 3 4 L あるいは右側駆動モータ 3 4 R）の速度（減速した速度）を演算し、この速度になるように、上記左右反対側の駆動モータを減速制御（障害物回避制御 ON）して、プログラムを終了する。

20

【 0 1 0 4 】

一方、上記 S 3 0 4 で障害物を回避する必要があるないと判定すると、そのまま走行制御を続け、このプログラムを終了する。

【 0 1 0 5 】

このように、自律走行車においても、車両周辺立体物認識部 1 0 を用いることにより、他にカメラあるいは立体物認識装置を特別に付加することなく、車両周辺の広い範囲で立体物の認識を行なうことができるため、車両前方の立体物による停止や回避等の自律走行制御を有効に行なうことが可能である。

【 0 1 0 6 】

また、自律走行制御が立体物に沿った走行を行なう機能を有している場合であっても、その機能に使用できることはいうまでもない。

30

【 0 1 0 7 】

さらに、自律走行車は、芝刈り以外の作業車、例えば、床面清掃作業ロボット車両等で広く応用でき、床面清掃作業ロボット車両に応用した場合、壁際に沿った掃除等が容易にできる。

【 0 1 0 8 】

次に、図 1 7 ~ 図 2 1 は本発明の実施の形態 4 に係り、図 1 7 は自律走行制御装置の機能ブロック図、図 1 8 は車両側面からみた自律走行制御装置の全体構成図、図 1 9 は車両上面からみた自律走行制御装置の全体構成図、図 2 0 は車両周辺の立体物位置情報の説明図、図 2 1 は自律走行制御のフローチャートである。

40

【 0 1 0 9 】

尚、本発明の実施の形態 4 は、車両としての自律走行車に、設定角度範囲で回動自在な CCD カメラを設け、車両進行方向以外の画像も得られるようにし、この車両進行方向以外の画像を処理して得た立体物との相対位置情報を基に、立体物位置情報を得ることができるようにしたことが、前記発明の実施の形態 3 とは異なるので、以下、この異なる部分のみ説明する。

【 0 1 1 0 】

すなわち、符号 4 0 は車両としての自律走行車を示し、この自律走行車 4 0 の前側上部に、水平に回動自在な回転台 4 1 が設けられ、この回転台 4 1 の上にステレオ光学系 3 が固

50

定されている。

【0111】

上記回転台41は、回転台モータ42と連結され、この回転台モータ42は、自律走行制御装置45の走行制御部46により制御され回動されるようになっている。

【0112】

上記回転台41の回転角（車両正面を基準0°とした角度）は、回転台角度センサ43により検出され、上記自律走行制御装置45の車両周辺立体物認識部47を構成する立体物認識部48に入力されるように形成されている。

【0113】

上記自律走行制御装置45の上記車両周辺立体物認識部47は、前記発明の実施の形態3の車両周辺立体物認識部10に対応するもので、上記立体物認識部48が異なっており、他の部分は同様のものである。 10

【0114】

上記立体物認識部48は、前記発明の実施の形態3の立体物認識部12と同様にステレオ画像処理部11から出力された距離画像から道路上の各物体の位置、形状等のパラメータを求めるとともに、上記回転台角度センサ43からの上記回転台41の回転角を加味して、車両から見た立体物の相対位置座標を計算し、この相対位置情報を立体物位置情報演算部26に出力するようになっている。

【0115】

すなわち、図20に示すように、上記ステレオ光学系3を通じて得られる画像は、車両正面に対して可変に撮像されるため、この可変にされた量（上記回転台41の回転角）を検出して補正することで、上記立体物位置情報演算部26において、自車両を中心とする立体物の位置情報に追加できるようにするのである。 20

【0116】

また、上記走行制御部46は、前記発明の実施の形態3の走行制御部38と同様に上記立体物位置情報演算部26からの車両周辺の立体物位置情報を基に、予め記憶してある自車両の外形形状から、車両の停止、あるいは、車両の障害物回避を制御するとともに、上記回転台モータ42を駆動制御して上記ステレオ光学系3を一定の速度で左右に回動運動させるようになっている。尚、上記回転台モータ42の駆動制御は、右に旋回する場合は右に、左に旋回する場合は左にカメラ視野を向けるようにするものであっても良い。 30

【0117】

次に、上記自律走行車40の自律走行制御装置45による自律走行制御を、図21のフローチャートで説明する。尚、この図からも明らかなように、上記自律走行制御装置45による自律走行制御は、前記発明の実施の形態3の自律走行制御のS108の処理を、S401に変更したものである。

【0118】

すなわち、S107で前回の立体物位置情報の中で、新たな相対位置情報と重複するデータを消去した後、S401に進み、車両周辺立体物認識部47の立体物位置情報演算部26では、回転台41の回転角で補正（立体物認識部48での処理）された新たな相対位置情報を読み込む。そして、S109以降に進む。 40

【0119】

このように、本発明の実施の形態4では、前記発明の実施の形態3で得られる効果に加え、カメラ視野が左右に回動されるため、さらに広いカメラ視野が得られ、より確実な立体物の把握ができる。

【0120】

尚、上記各発明の実施の形態では、CCDカメラで得られる画像を基に車両周辺の立体物を認識するものであるが、画像ではなく、例えばスキャン式レーザーダや超音波センサから得られる立体物の位置情報を基に車両周辺立体物認識装置を構成してもよい。

【0121】

また、上記各発明の実施の形態では、説明に直交座標を用いているが、極座標であっても 50

よい。

【 0 1 2 2 】

【 発明の効果 】

以上説明したように本発明によれば、一旦検出された車両周辺の立体物の位置情報は記憶され、車両の移動に応じて逐次更新されて保持されるので、カメラ、センサ等の検出手段あるいは立体物認識装置を特別に付加することなく、車両周辺の広い範囲で立体物の認識を行なうことができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 本発明の実施の形態 1 による運転支援装置の機能ブロック図

【 図 2 】 本発明の実施の形態 1 による車両側面からみた運転支援装置の全体構成図

10

【 図 3 】 本発明の実施の形態 1 による車両上面からみた運転支援装置の全体構成図

【 図 4 】 本発明の実施の形態 1 による車両周辺の立体物位置情報の説明図

【 図 5 】 本発明の実施の形態 1 による前回の立体物位置情報を移動させる際の説明図

【 図 6 】 本発明の実施の形態 1 による運転支援制御での各接触危険度判定設定線の説明図

【 図 7 】 本発明の実施の形態 1 による運転支援制御のフローチャート

【 図 8 】 本発明の実施の形態 2 による運転支援装置の機能ブロック図

【 図 9 】 本発明の実施の形態 2 による車両側面からみた運転支援装置の全体構成図

【 図 10 】 本発明の実施の形態 2 による車両上面からみた運転支援装置の全体構成図

【 図 11 】 本発明の実施の形態 2 による運転支援制御のフローチャート

【 図 12 】 本発明の実施の形態 3 による自律走行制御装置の機能ブロック図

20

【 図 13 】 本発明の実施の形態 3 による車両側面からみた自律走行制御装置の全体構成図

【 図 14 】 本発明の実施の形態 3 による車両上面からみた自律走行制御装置の全体構成図

【 図 15 】 本発明の実施の形態 3 による車両周辺の立体物位置情報の説明図

【 図 16 】 本発明の実施の形態 3 による自律走行制御のフローチャート

【 図 17 】 本発明の実施の形態 4 による自律走行制御装置の機能ブロック図

【 図 18 】 本発明の実施の形態 4 による車両側面からみた自律走行制御装置の全体構成図

【 図 19 】 本発明の実施の形態 4 による車両上面からみた自律走行制御装置の全体構成図

【 図 20 】 本発明の実施の形態 4 による車両周辺の立体物位置情報の説明図

【 図 21 】 本発明の実施の形態 4 による自律走行制御のフローチャート

【 符号の説明 】

30

1 自動車（車両）

2 運転支援装置

3 ステレオ光学系（物体検出手段）

4 舵角センサ（車両移動量検出手段）

5 後輪回転数センサ（車両移動量検出手段）

6 制御装置

7 表示部

10 車両周辺立体物認識部

11 ステレオ画像処理部（物体検出手段）

12 立体物認識部（立体物認識手段）

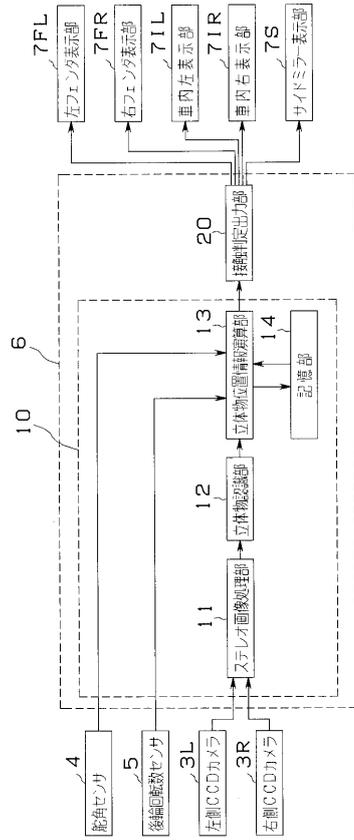
40

13 立体物位置情報演算部（立体物位置情報演算手段）

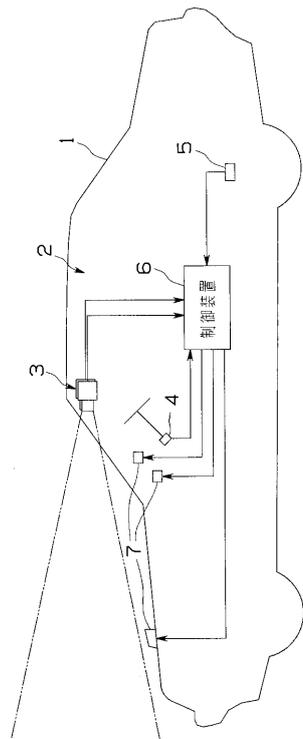
14 記憶部（位置情報記憶手段）

20 接触判定出力部

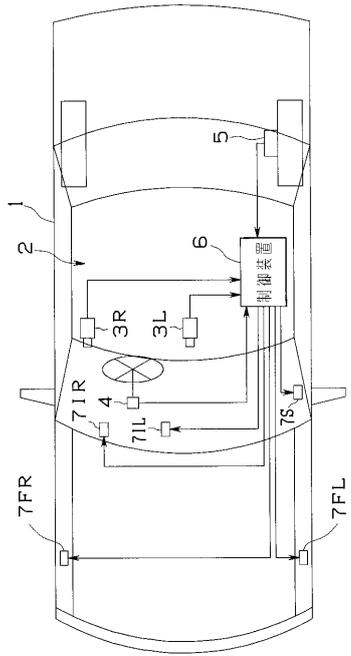
【 図 1 】



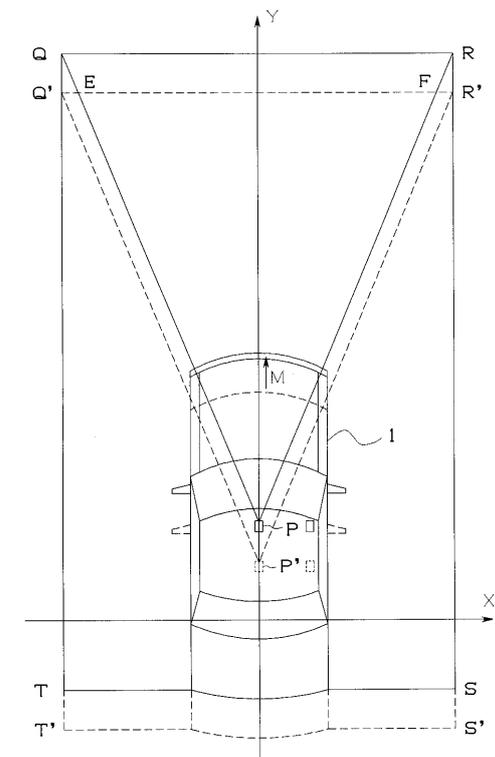
【 図 2 】



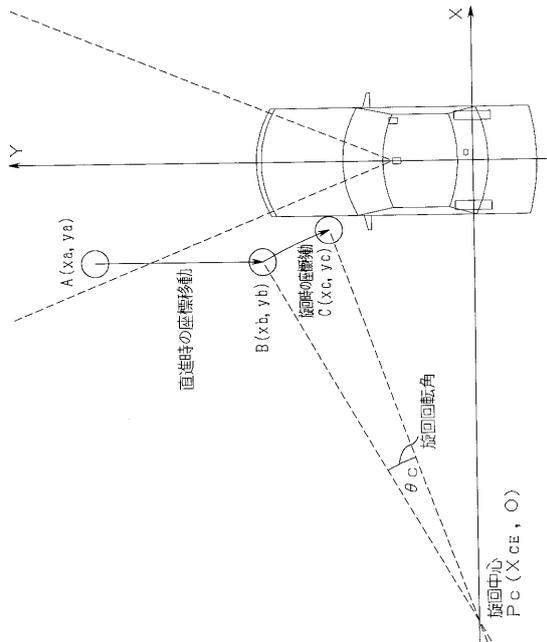
【 図 3 】



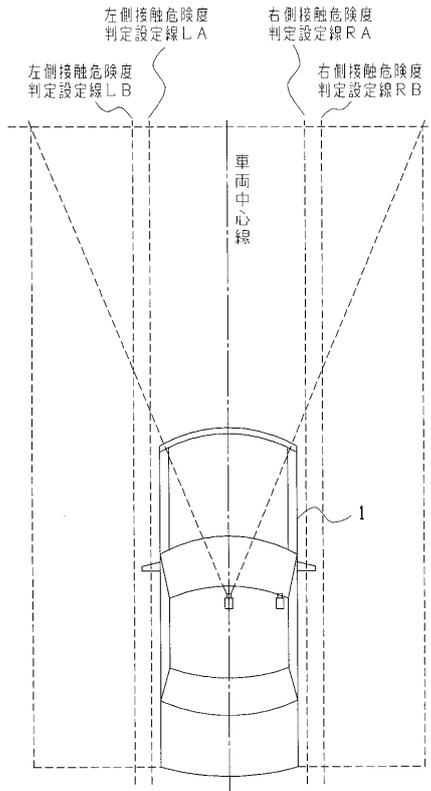
【 図 4 】



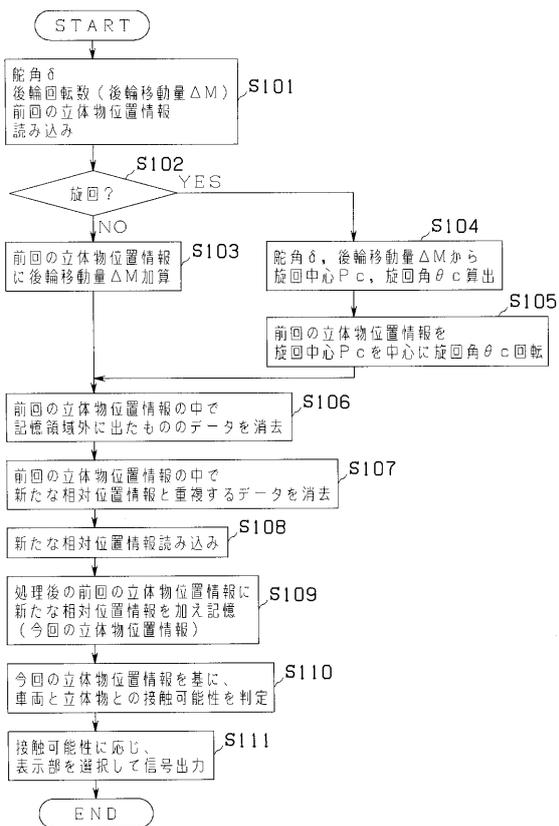
【 図 5 】



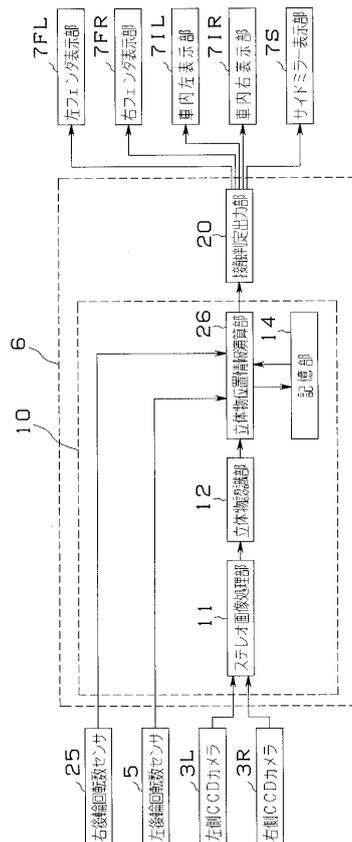
【 図 6 】



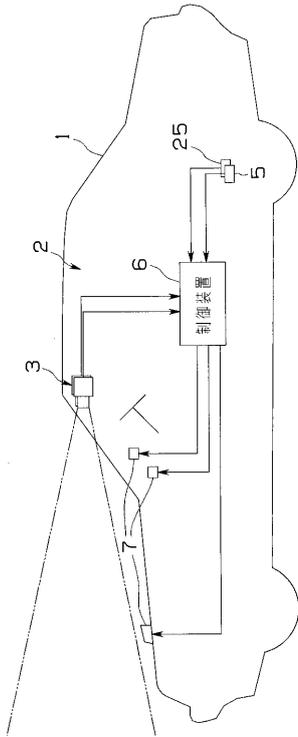
【 図 7 】



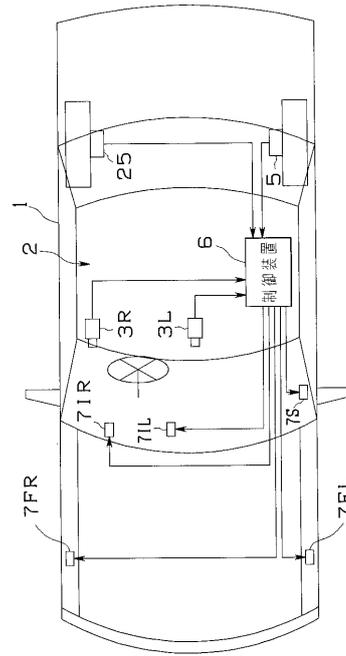
【 図 8 】



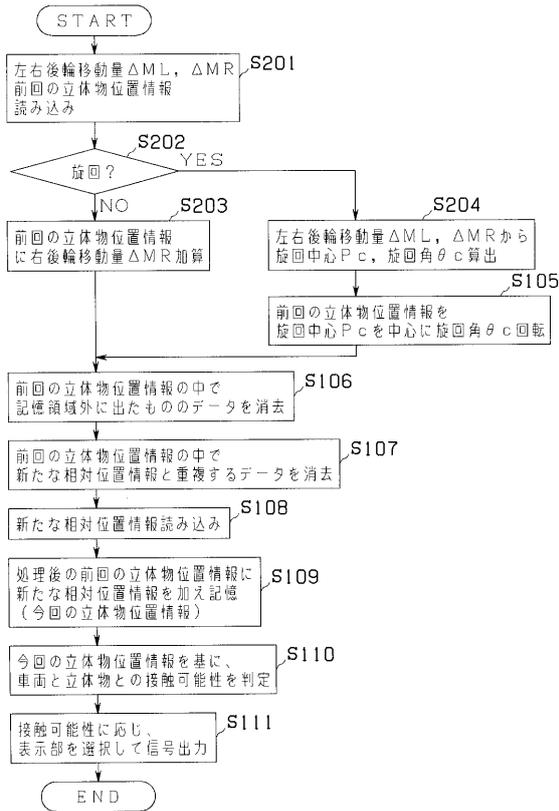
【図9】



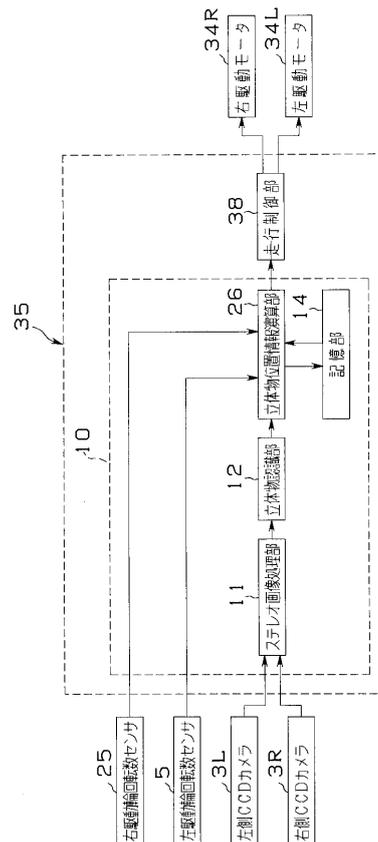
【図10】



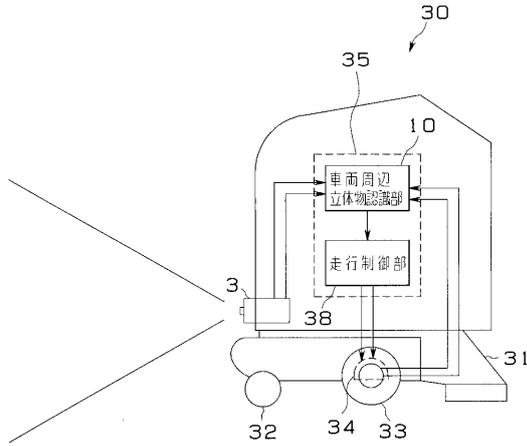
【図11】



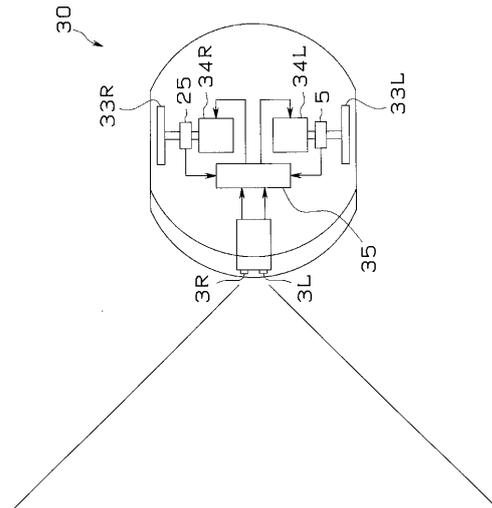
【図12】



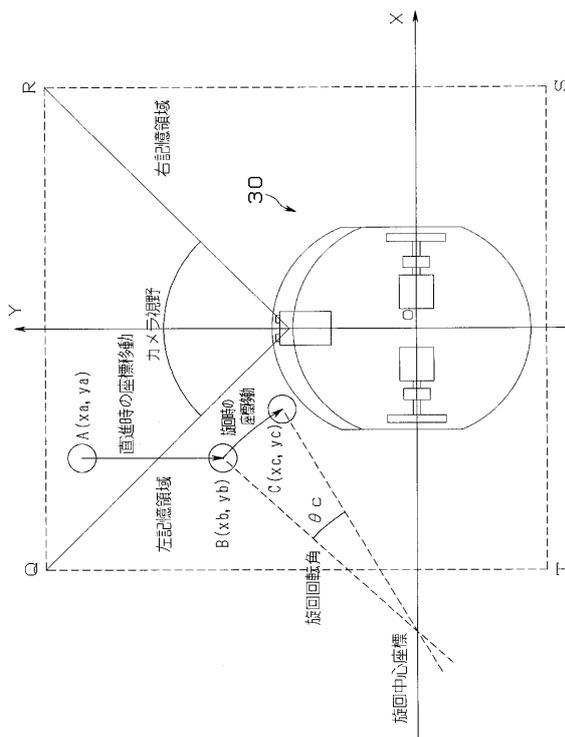
【図13】



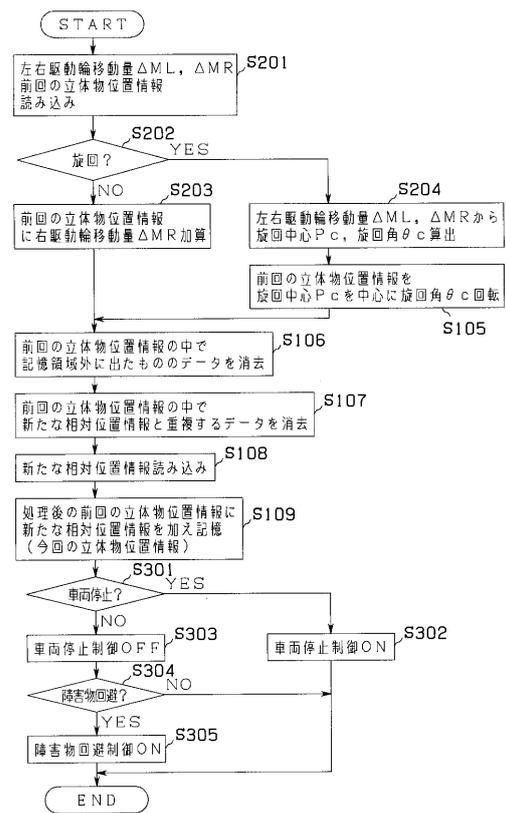
【図14】



【図15】

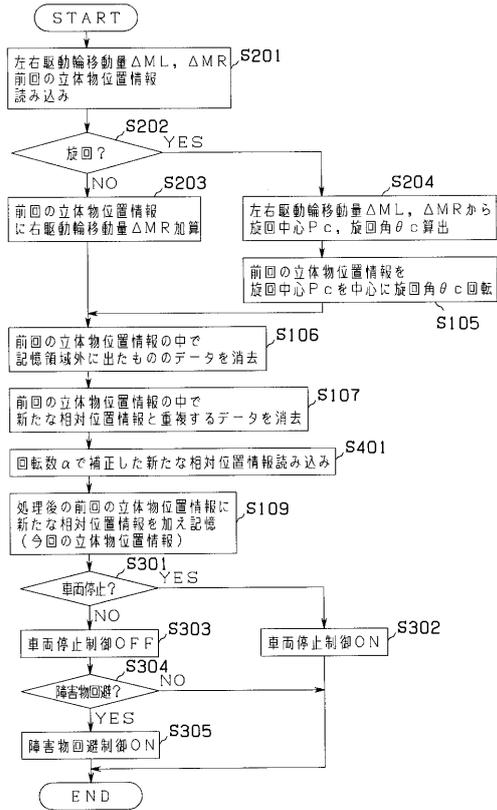


【図16】





【 図 2 1 】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平7 - 192199 (JP, A)  
特開平7 - 248382 (JP, A)  
特開平6 - 148328 (JP, A)  
特開平7 - 262499 (JP, A)  
特開平6 - 138941 (JP, A)  
特開平8 - 110207 (JP, A)  
特開平7 - 152810 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06T 1/00  
G01S 13/00  
G08G 1/00  
G05D 1/00