

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号
特開2012-153324
(P2012-153324A)

(43) 公開日 平成24年8月16日(2012.8.16)

(51) Int.Cl.
B6OR 21/00 (2006.01)
G08G 1/16 (2006.01)

F I
B6OR 21/00 628D
B6OR 21/00 628Z
G08G 1/16 C

テーマコード (参考)
5H181

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2011-16280 (P2011-16280)	(71) 出願人	000002967
(22) 出願日	平成23年1月28日 (2011.1.28)		ダイハツ工業株式会社
			大阪府池田市ダイハツ町1番1号
		(74) 代理人	100105980
			弁理士 梁瀬 右司
		(74) 代理人	100105935
			弁理士 振角 正一
		(72) 発明者	齋藤 聡
			大阪府池田市桃園2丁目1番1号 ダイハツ工業株式会社内
		Fターム(参考)	5H181 CC04 CC14 LL02 LL06 LL09 LL17

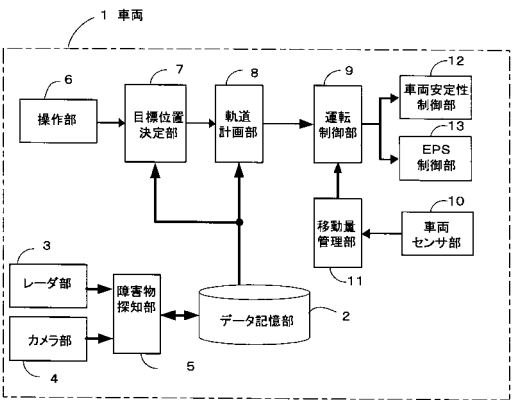
(54) 【発明の名称】 軌道算出装置

(57) 【要約】

【課題】 障害物を考慮した軌道を少ない計算量で安価に算出する。

【解決手段】 車両1の軌道計画部8の障害物認識手段が認識する各障害物の位置を参照して、指定された開始位置における車両旋回半径の円弧と目標位置における車両旋回半径の円弧とを両円弧に接する直線で繋いだ軌道上に障害物を検出すれば、軌道計画部8の抽出手段が、検出した障害物と周辺の各障害物との各障害物間のうちの車両1が通過可能な長さの障害物間を抽出し、軌道計画部8の設定手段により、抽出手段が抽出した各障害物間の対向する障害物それぞれに衝突を回避する障害物回避円を設定する。両障害物回避円が重ならなければ、軌道計画部8の軌道計算手段により、両障害物回避円のいずれか一方と障害物間の距離線との交点を中継点として、開始位置から中継点を經由して目標位置に到達する軌道を計算する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

指定された開始位置から目標位置に到達する車両の軌道を、車両旋回半径の円弧と該円弧に接する直線との組合せの軌道として算出する軌道算出装置であって、

前記開始位置および前記目標位置の周辺の各障害物の位置を認識する障害物認識手段と

、

前記開始位置における車両旋回半径の円弧と前記目標位置における車両旋回半径の円弧とを両円弧に接する直線で繋いだ軌道上に障害物を検出すれば、検出した障害物とその周辺の各障害物との障害物間のうちの車両が通過可能な長さの障害物間を抽出する抽出手段と、

前記抽出手段が抽出した各障害物間の対向する障害物それぞれに対して衝突を回避する障害物回避円を設定する設定手段と、

前記両障害物回避円が重ならなければ、前記両障害物回避円のいずれか一方と前記障害物間の距離線との交点を中継点として、前記開始位置における車両旋回半径の円弧および、前記中継点を通る車両旋回半径の円弧、前記目標位置における車両旋回半径の円弧を、それぞれの円弧に接する直線で繋いだ軌道であって、前記開始位置から前記中継点を経由して前記目標位置に到達する軌道を計算する軌道計算手段とを備えたことを特徴とする軌道算出装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の軌道算出装置において、

前記軌道計算手段は、前記両障害物回避円の一部が相互に重なれば、前記両障害物回避円の交点を結ぶ線分と前記障害物間の距離線との交点を中継点として、前記開始位置から前記中継点を経由して前記目標位置に到達する軌道を算出することを特徴とする軌道算出装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、駐車支援や自動駐車等の際の車両の軌道を算出する軌道算出装置に関し、詳しくは、障害物を考慮した軌道の算出に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、車両の運転支援装置の一つとしての駐車支援装置や自動駐車装置は、計算された軌道にしたがって、例えば駐車場内のドライバが指定する開始位置（現在位置）から所定の駐車位置に車両を誘導したり自動運転したりする。そして、その軌道計算に際しては、1円軌道モデルより移動の自由度が高い2円軌道モデルの計算で軌道を算出することが提案されている（例えば、特許文献1（段落〔0002〕－〔0003〕、〔0045〕－〔0050〕、図2等）参照）。

【0003】

なお、1円軌道モデルおよび2円軌道モデルは、いずれも、指定された開始位置（現在位置）から目標位置に到達する車両の軌道を、車両旋回半径（例えば最小回転半径）の円弧と接線の直線との組合せの軌道として算出するものであるが、1円軌道モデルは、例えば開始位置と目標位置の中間に描いた最小回転半径の1円弧と接線の直線との組合せで軌道を算出し、2円軌道モデルは、開始位置、目標位置それぞれの最小回転半径の2円弧と接線の直線との組合せでより滑らかな軌道を算出するものである。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2008-296638号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

【0005】

特許文献1の駐車支援装置等の従来装置においては、2円軌道モデルであっても、開始位置の円弧と目標位置の円弧とを接線の直線で繋いだ軌道を算出するだけであるので、例えば開始位置と目標位置との間に存在する障害物（例えば、柱や壁、駐車車両など）を回避した軌道を算出することはできない。そのため、とくに算出した軌道上に複数の障害物が存在する場合には、ドライバは、それらの障害物を回避する迂回軌道を自ら考えて運転するしかない。

【0006】

ところで、複数の障害物を回避する方法として、ロボットの分野では、いわゆる「ポテンシャル法」が提案されている。この方法は、目標位置（目的地）からは距離に応じた引力が生じ、各障害物からは距離に応じた反発力が生じるようなポテンシャル場を考え、このポテンシャル場の勾配の谷の部分に沿って軌道経路を作成する方法である。

【0007】

そして、前記した車両の駐車支援装置等においても、「ポテンシャル法」を利用して軌道を計算し、複数の障害物を回避することが考えられるが、この場合、開始位置から目標位置に至る極めて多数の軌道を算出する必要があり、計算量が膨大になり、高い性能の演算装置等が必要になってコストアップを招く。

【0008】

本発明は、障害物を考慮した軌道を少ない計算量で安価に算出することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記した目的を達成するために、本発明の軌道算出装置は、指定された開始位置から目標位置に到達する車両の軌道を、車両旋回半径の円弧と該円弧に接する直線との組合せの軌道として算出する軌道算出装置であって、前記開始位置および前記目標位置の周辺の各障害物の位置を認識する障害物認識手段と、前記開始位置における車両旋回半径の円弧と前記目標位置における車両旋回半径の円弧とを両円弧に接する直線で繋いだ軌道上に障害物を検出すれば、検出した障害物とその周辺の各障害物との障害物間のうちの車両が通過可能な長さの障害物間を抽出する抽出手段と、前記抽出手段が抽出した各障害物間の対向する障害物それぞれに対して衝突を回避する障害物回避円を設定する設定手段と、

前記両障害物回避円が重ならなければ、前記両障害物回避円のいずれか一方と前記障害物間の距離線との交点を中継点として、前記開始位置における車両旋回半径の円弧および、前記中継点を通る車両旋回半径の円弧、前記目標位置における車両旋回半径の円弧を、それぞれの円弧に接する直線で繋いだ軌道であって、前記開始位置から前記中継点を経由して前記目標位置に到達する軌道を計算する軌道計算手段とを備えたことを特徴としている（請求項1）。

【0010】

また、本発明の軌道算出装置の前記軌道計算手段は、さらに、前記軌道計算手段が、前記両障害物回避円の一部分が相互に重なれば、前記両障害物回避円の交点を結ぶ線分と前記障害物間の距離線との交点を中継点として、前記開始位置から前記中継点を経由して前記目標位置に到達する軌道を算出することを特徴としている（請求項2）。

【発明の効果】

【0011】

請求項1に記載の本発明の軌道算出装置によれば、障害物認識手段が認識する各障害物の位置を参照して、指定された開始位置における車両旋回半径の円弧と目標位置における車両旋回半径の円弧とを両円弧に接する直線で繋いだ軌道上に障害物を検出すれば、障害物を迂回して回避した軌道を算出するため、抽出手段が、その障害物と周辺の各障害物との各障害物間のうちの車両が通過可能な長さの障害物間を抽出する。さらに、障害物に衝突しないように障害物間を通る軌道を算出するため、設定手段により、抽出手段が抽出した各障害物間の対向する障害物それぞれに衝突を回避する障害物回避円を設定する。

【0012】

そして、抽出した障害物間において、両障害物回避円が重ならなければ、旋回操舵を極力少なくしつつ軌道を少しでも短くして燃費の向上を図るように、軌道計算手段により、両障害物回避円のいずれか一方、具体的には車両に近い側の障害物回避円と障害物間の距離線との交点を中継点とし、開始位置における車両旋回半径の円弧および、中継点を通る車両旋回半径の円弧、目標位置における車両旋回半径の円弧を、それぞれの円弧に接する直線で繋いだ軌道であって、開始位置から中継点を経由し、複数の障害物を回避して目標位置に到達する1つまたは複数の軌道を計算することができる。

【0013】

この場合、車両が通過できない障害物間を予め除き、車両が通過可能な各障害物間に中継点を設定し、開始地点と目標位置との間の各中継点を通る軌道を算出すればよいので、「ポテンシャル法」の計算等に比して計算量が少なく、高い性能の演算装置等は不要で低コスト化を図ることができる。

【0014】

また、請求項2に記載の本発明の軌道算出装置によれば、車両が通過可能な障害物の間隔であっても、対向する障害物それぞれに設定した障害物回避円の一部が相互に重なる狭い障害物間については、前記のように両障害物回避円のいずれか一方と障害物間の距離線との交点を中継点とすれば、障害物に接近し過ぎる可能性が生じるので、両障害物回避円の交点を結ぶ線分と障害物間の距離線の交点（すなわち、障害物間の中間点）を中継点として、障害物に接近し過ぎない軌道を算出することができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明の軌道算出装置の一実施形態のブロック図である。

【図2】図1のデータ記憶部の認識マップの一例の説明図である。

【図3】図1の軌道計画部の2円軌道モデルの計算により算出した軌道例の説明図である。

【図4】図1の軌道計画部の障害物間の抽出例の説明図である。

【図5】車両が通過可能な障害物間の抽出結果例の説明図である。

【図6】障害物回避円の設定例の説明図である。

【図7】（a）は両端の障害物回避円が重ならない障害物間の説明図であり、（b）は両端の障害物回避円の一部が重なる障害物間の説明図である。

【図8】（a）は開始位置、目標位置および各中継点を組合せた軌道の決定手順例の一部の説明図、（b）は開始位置、目標位置および各中継点を組合せた軌道の決定手順例の一部の説明図である。

【図9】決定された軌道の算出例の説明図である。

【図10】図1の軌道計画部の動作説明用のフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0016】

本発明の一実施形態について、図1～図10を参照して説明する。

【0017】

図1は車両1が備える本実施形態の軌道算出装置を示し、この軌道算出装置は、車両1を例えば駐車場の所定の駐車位置に所定の向きに駐車する場合の駐車支援または自動駐車

【0018】

の軌道を算出する。そして、駐車場の柱や壁、消火栓、駐車車両等の各障害物の少なくとも位置の情報（この情報は、例えばGPS受信で得られる地図上の絶対位置の情報であってもよく、また、例えば駐車場の入り口等の適当な基準点からの相対的な距離や方角等の位置の情報であってもよい）が、障害物マップとして、何らかの手法でハードディスクや固体メモリ等で形成された書換え自在のデータ記憶部2に蓄積保持される。具体的には、例えば車両1が駐車場内を走行する毎に、レーダ部3の例えばレーザレーダや超音波レーダの探査データおよび、カメラ部4の例えばCCDイメージセンサやCMOSイメージセンサで形成された

単眼カメラの撮影画像に基づき、障害物探知部 5 により、周知のセンサフュージョンの物体認識処理で各障害物を検出し、それらの位置情報がデータ記憶部 2 に更新自在に書き込まれて蓄積保持される。あるいは、各障害物の位置情報が外部装置から駐車場内に無線送信され、それらの位置情報が例えば車両 1 のカーナビゲーション装置等で受信されてデータ記憶部 2 に更新自在に書き込まれて蓄積保持される。

【0019】

つぎに、例えば駐車場内の適当な地点で車両 1 の走行を停止してドライバが駐車支援または自動駐車のスィッチ（図示せず）を押すと、車両 1 が駐車支援または自動駐車モードに設定される。このとき、データ記憶部 2 の障害物マップおよびカメラ部 4 の撮影画像等に基づき、車両 1 の例えば駐車支援または自動駐車を表示モードに設定されたカーナビゲーション装置等に、車両 1 の現在位置、駐車位置および、それらの周囲の各障害物の地図画面が表示される。

10

【0020】

そして、例えば前記カーナビゲーション装置等のタッチパネル構成の前記地図画面が形成する操作部 6 をドライバが操作し、前記地図画面の軌道計算を開始する開始位置（例えば現在位置）と駐車位置にタッチしてそれらの位置を指定すると、その指定が目標位置決定部 7 に与えられる。

【0021】

目標位置決定部 7 は、データ記憶部 2 の障害物マップを参照して指定された開始位置、目標位置を決定し、それらの位置情報を軌道計画部 8 に与える。

20

【0022】

軌道計画部 8 は、障害物探知部 5、目標位置決定部 7 および、後述する運転制御部 9、移動量管理部 11、車両安定制御部 12、EPS 制御部 13 と同様、マイクロコンピュータにより形成され、設定されたプログラムを実行することにより、本発明の障害物認識手段、抽出手段、設定手段および、軌道計算手段を形成する。

【0023】

障害物認識手段は、目標位置決定部 7 からの位置情報および、データ記憶部 2 の障害物マップの各障害物の位置情報に基づき、開始位置および目標位置の周辺の各障害物の位置を認識し、開始位置、目標位置および、それらの周辺の各障害物を配置した認識マップを作成する。

30

【0024】

図 2 は認識マップ MP の一例を示し、図中の S は指定された開始位置（現在位置）、G は指定された目標位置（駐車位置）、 $\alpha 1 \sim \alpha 4$ は障害物である。開始位置 S、目標位置 G の二等辺三角形のシンボルマークは、車両 1 の位置および向き（方向）を示し、頂点が車両 1 の前側、底辺が車両の後側を示す。そして、人間であれば、開始位置 S から障害物 $\alpha 1 \sim \alpha 4$ を回避して目標位置 G に至る図 2 の白抜き矢印線のような軌道（経路）を容易に思いつく。本実施形態においては、後述するように、そのような障害物回避軌道を、計算量を極力少なくして算出する。

【0025】

抽出手段は、例えば周知の 2 円軌道モデルの計算により、前記認識マップ MP 上に、開始位置 S における車両旋回半径（例えば、車両 1 の最小回転半径）の円弧と目標位置 G における車両旋回半径（例えば、車両 1 の最小回転半径）の円弧とを両円弧に接する直線で繋いだ軌道を描き、その軌道上にいずれかの障害物 $\alpha 1 \sim \alpha 4$ を検出すれば、検出した障害物（例えば、障害物 $\alpha 1$ ）とその周辺の各障害物 $\alpha 2 \sim \alpha 4$ との障害物間のうちの車両 1 が通過可能な長さの障害物間を抽出する。なお、軌道上に障害物 $\alpha 1 \sim \alpha 4$ を検出しなければ、その軌道が障害物 $\alpha 1 \sim \alpha 4$ に衝突することなく開始位置 S から目標位置 G に到達する軌道であるので、その軌道を駐車支援または自動駐車案内軌道に決定する。

40

【0026】

図 3 は 2 円軌道モデルの計算により算出した軌道上に障害物 $\alpha 1$ を検出する場合の障害物検出の説明図であり、抽出手段は、2 円軌道モデルの計算により、開始位置 S の左右に

50

、互いに接する破線の 2 円 C_1 、 C_2 を描き、目標位置 G の左右にも互いに接する破線の 2 円 C_3 、 C_4 を描く。さらに、車両 1 の旋回方向等を考慮して 2 円 C_1 、 C_2 、 C_3 、 C_4 から選択した円 C_2 、 C_3 の一部によって形成される円弧 ARC_2 、 ARC_3 を、円 C_2 、 C_3 の接線の直線 SL_{23} で繋いだ軌道 T_{23} を算出する。そして、算出した軌道 T_{23} が障害物 α_1 を通ることから、軌道 T_{23} 上に存在する障害物 α_1 を検出する。この場合、軌道 T_{23} は案内軌道には決定されない。なお、開始位置 S の円弧 ARC_2 と目標位置 G の円弧 ARC_3 とを結ぶ軌道 T_{23} の算出方法は、上記した 2 円軌道モデルの算出方法に限るものではない。

【0027】

図 4 は前記軌道 T_{23} 上に障害物 α_1 を検出した場合の障害物間の抽出例の説明図である。この場合、抽出手段は、検出した障害物 α_1 とその周辺の各障害物 $\alpha_2 \sim \alpha_4$ それぞれとの最短距離の地点を検索し、それら最短距離の 2 地点を結ぶ障害物間の距離線 L_{12} 、 L_{13} 、 L_{14} の長さが、車両 1 の横幅より長く設定された所定の基準長より短い障害物間を除き、所定の基準長以上の障害物間を抽出する。

【0028】

図 5 は障害物間の抽出結果例を示し、ここでは、障害物間の距離線 L_{14} が所定の基準長より短く、車両 1 が通過できないので、破線の丸枠で囲む前記距離線 L_{14} (図 5 では消えている) の障害物間が後述の中継点の対象から外され、距離線 L_{12} 、 L_{13} の障害物間が抽出される。

【0029】

設定手段は、前記抽出手段が抽出した各障害物間の対向する障害物 α_1 と障害物 α_2 、障害物 α_1 と障害物 α_3 それぞれに対して、衝突を回避する障害物回避円 C_c を設定する。

【0030】

図 6 は障害物回避円 C_c の設定例を示し、破線の各障害物回避円 C_c は、例えば車両 1 の最小回転半径であり、対向する障害物 α_1 と障害物 α_2 が最も接近する障害物間の距離線 L_{12} の両端、障害物 α_1 と障害物 α_3 が最も接近する障害物間の距離線 L_{13} の両端それぞれを中心点として描かれて設定される。なお、車両 1 の旋回操舵による燃費の劣化を軽減するには、できるだけ軌道が曲がらないようにして車両 1 の旋回操作を少なくすることが好ましいので、実際には各障害物回避円 C_c を障害物間の距離線 L_{12} 、 L_{13} の両端それぞれより多少は障害物寄りの地点を中心点として描かれて設定される。

【0031】

軌道計算手段は、抽出された距離線 L_{12} 、 L_{13} の障害物間それぞれにおいて、対向する障害物 α_1 と障害物 α_2 、障害物 α_1 と障害物 α_3 それぞれの両障害物回避円 C_c が重ならなければ、両障害物回避円 C_c のいずれか一方と障害物間の距離線 L_{12} 、 L_{13} との各交点を中継点 J として、開始位置 S における車両旋回半径の円弧および、中継点 J での旋回半径の円弧、目標位置 G における車両旋回半径の円弧を、それぞれの円弧に接する直線で繋いだ軌道であって、開始位置 S から少なくとも一つの中継点 J を経由して目標位置 G に到達する軌道を計算する。また、両障害物回避円 C_c の一部が相互に重なれば、両障害物回避円 C_c の交点を結ぶ線分と障害物間の距離線との交点を中継点 J として、開始位置 S から中継点 J を経由して目標位置 G に到達する軌道を算出する。

【0032】

図 7 (a) は両端の障害物回避円 C_c が重ならない障害物 α_1 、 α_2 間の部分を拡大して示し、同図 (b) は両端の障害物回避円 C_c の一部が重なる障害物 α_1 、 α_3 間の部分を拡大して示す。両障害物回避円 C_c が重ならない場合、旋回操舵を極力少なくしつつ軌道を少しでも短くして燃費の向上を図るため、図 7 (a) に示すように、開始位置 S の車両 1 に近い障害物 α_1 側の障害物回避円 C_c と障害物間の距離線 L_{12} との交点を中継点 J とし、図中の三角形で示す車両 1 が中継点 J を通る軌道を算出する。また、両障害物回避円 C_c の一部が重なる場合は、前記したように開始位置 S の車両 1 に近い障害物 α_1 側の障害物回避円 C_c と障害物間の距離線 L_{12} との交点を中継点 J とすると、車両 1 が障

10

20

30

40

50

害物 $\alpha 1$ に接近し過ぎる可能性が生じるので、図 7 (b) に示すように、両障害物回避円 $C c$ の交点 $P 1$ 、 $P 2$ を結ぶ線分 $L C$ と障害物間の距離線 $L 1 3$ の交点、すなわち、障害物 $\alpha 1$ 、 $\alpha 3$ 間の略中間点を中継点 J とし、車両 1 が障害物 $\alpha 1$ 、 $\alpha 3$ に接近し過ぎない軌道を算出する。

【0033】

図 8 (a)、(b) は開始位置 S 、目標位置 G および、上記のようにして設定した各中継点 J を組合せた軌道の決定手順例を示し、まず、図 8 (a) に示すように、開始位置 S 、目標位置 G および各中継点 J をノードとしてそれらを各リンク $L K$ で繋ぐ。つぎに、同図 (b) に示すように、障害物 $\alpha 1 \sim \alpha 4$ のいずれかを通るリンク $L K$ 、ここでは、開始位置 S から障害物 $\alpha 1$ を通って前記距離線 $L 1 3$ の中継点 J に至るリンク $L K$ を削除し、開始位置 S 、前記距離線 $L 1 2$ の中継点 J 、前記距離線 $L 1 3$ の中継点 J 、目標位置 G を残ったリンク $L K$ で繋いだ軌道候補 $L x$ を求める。なお、中継点 J の個数が多い場合等には、軌道候補 $L x$ が複数個求められる。

【0034】

図 9 は決定された軌道の算出例を示し、図 8 (b) の軌道候補 $L x$ ような各軌道候補 $L x$ 毎に、開始位置 S に車両進行方向の左右に互いに接するように描いた最小回転半径の破線の 2 円 $C 1$ 、 $C 2$ のいずれか一方（具体的には、できるだけ滑らかに繋ぐように距離線 $L 1 2$ の中継点 J に近い紙面左側の円 $C 1$ ）の円弧 $A R C 1$ 、距離線 $L 1 2$ の中継点 J で車両進行方向の左右に互いに接するように描いた最小回転半径の破線の 2 円 $C j$ のいずれか一方（具体的には、できるだけ滑らかに繋ぐように開始位置 S の車両 1 に近い紙面右側の円 $C j$ ）の円弧 $A R C j$ 、距離線 $L 1 3$ の中継点 J で車両進行方向の左右に互いに接するように描いた例えば最小回転半径の破線の 2 円 $C j$ のいずれか一方（具体的には、できるだけ滑らかに繋ぐようにつぎの目標位置 G に近い紙面上側の円 $C j$ 側）の円弧 $A R C j$ 、目標位置 G において車両進行方向の左右に互いに接するように描いた例えば最小回転半径の破線の 2 円 $C 3$ 、 $C 4$ のいずれか一方（具体的には、できるだけ滑らかに繋ぐように直前の中継点 J に近い紙面左側の円 $C 3$ ）の円弧 $A R C 3$ をそれぞれの接線の直線 $S L 1 j$ 、 $S L j j$ 、 $S L j 3$ で繋いだ軌道 $L y$ であって、開始位置 S から 2 中継点 J を経由し、複数の障害物 $\alpha 1 \sim \alpha 4$ を回避して目標位置 G に到達する軌道 $L y$ を案内軌道として算出する。なお、同様の手法で複数の軌道が算出できる場合には、各軌道を全て案内軌道として算出する。

【0035】

図 10 は軌道計画部 8 の上記各手段による軌道 $L y$ の算出手順例を示し、まず、例えば 2 円軌道モデルの通常の軌道計算により、開始位置 S と目標位置 G とを繋ぐ軌道を算出する（ステップ $S 1$ ）。このとき、軌道上に障害物 $\alpha 1 \sim \alpha 4$ のいずれもがなければ、この軌道を案内軌道に決定して処理を終了する（ステップ $S 2$ の $N O$ ）。一方、軌道上に障害物 $\alpha 1 \sim \alpha 4$ のいずれかがあれば（ステップ $S 2$ の $Y E S$ ）、その障害物および周辺の障害物の障害物間の距離線 $L 1 2 \sim L 1 4$ を算出する（ステップ $S 3$ ）。

【0036】

各障害物間の距離線 $L 1 2 \sim L 1 4$ のうちの車両 1 が通過できない障害物間の距離線（例えば、距離線 $L 1 4$ ）を削除して車両 1 が通過できる障害物間を抽出する（ステップ $S 4$ ）。

【0037】

つぎに、抽出した各障害物間の距離線 $L 1 2$ 、 $L 1 3$ の両端それぞれから（対向する障害物に対して）障害物回避円 $C c$ を描く（ステップ $S 5$ ）。

【0038】

両端の障害物回避円 $C c$ が重ならなければ（ステップ $S 6$ の $N O$ ）、両障害物回避円 $C c$ のいずれか一方と距離線 $L 1 3$ との交点を中継点 J に設定する（ステップ $S 7$ ）。なお、中継点 J の方位は障害物回避円 $C c$ の接線方向である。さらに、開始位置 S 、各中継点 J 、目標位置 G をノードとして各リンク $L K$ で繋ぎ（ステップ $S 8$ ）、障害物 $\alpha 1 \sim \alpha 4$ のいずれかを通る（衝突する）リンク $L K$ を削除する（ステップ $S 9$ ）。

【0039】

そして、残ったリンクLKで繋がれた経路から軌道候補Lxを算出し（ステップS10）、軌道候補Lx毎に、リンクLKで繋がった開始位置から中継点Jを経由して目標位置Gに至る軌道Lyを案内軌道として算出し（ステップS11）、処理を終了する。

【0040】

なお、ステップS5において、抽出した各障害物間の距離線L12、L13の両端それぞれから描いた障害物回避円Ccの一部が重なれば（ステップS6のYES）、両端の障害物回避円Ccの交点P1、P2を結ぶ線分LCと距離線L12、L13との交点を中継点Jとして（ステップS12）、ステップS8以降の処理によってリンクLKで繋がった開始位置から中継点Jを経由して目標位置Gに至る軌道Lyを案内軌道として算出する。10
なお、この場合の中継点Jの方位は線分LCの傾きの方向である。

【0041】

そして、軌道計画部8により、上記のように中継点Jを経由することで複数の障害物 $\alpha 1 \sim \alpha 4$ を回避して開始位置Sから目標位置Gに至る位置または複数の案内軌道が算出されると、これらの案内軌道は例えば前記カーナビゲーション装置等の前記地図画面に表示され、ドライバの選択操作でいずれかの軌道が駐車支援または自動駐車に設定される。なお、ドライバが選択する代わりに、例えば最も短く燃料消費の少ない案内軌道を自動的に選択するようにしてもよい。

【0042】

さらに、ドライバが駐車支援または自動駐車の手動操作をボタン操作等で指令すると、設定された案内軌道の情報が図1の運転制御部9に入力され、運転制御部9により、後述するように車両1の操舵等が制御される。20

【0043】

また、車両センサ部10の車輪速センサの車輪速、舵角センサの舵角、ヨーレートセンサのヨーレートや、アクセルペダル、ブレーキペダルの踏み込み量等に基づいて、移動量管理部11が車両1の開始位置からの移動の量、移動の方向を監視する。

【0044】

そして、移動量管理部11の監視に基づく運転制御部9のフィードバック制御で、車両1が案内軌道に沿って車両1が開始位置Sから中継点Jを経由して目標位置Gに移動するように、車両安定性制御部（VSC（Vehicle Stability Control）のECU等）12による車両1の加速・制動が制御され、電動パワーステアリング制御部（EPSのECU等）13を介して車両1の操舵が制御される。30

【0045】

そして、上記の駐車支援または自動駐車の手動制御に基づき、車両1が、省エネルギーを考慮した案内軌道に沿って所定の駐車位置（目標位置G）に移動する。

【0046】

以上説明したように、本実施形態の場合、複数の障害物 $\alpha 1 \sim \alpha 4$ を回避して、指定された開始位置Sから目標位置に到達する1つまたは複数の軌道を計算し、計算した軌道に基づく駐車支援または自動駐車の手動制御により、車両1を開始位置Sから目標位置Gに移動することができる。40

【0047】

そして、車両1が通過できない障害物間を予め除き、車両1が通過可能な各障害物間の中継点Jを設定し、開始位置Sと目標位置Gとの間の各中継点Jを通る軌道を算出すればよいので、「ポテンシャル法」の計算等に比して計算量が少なく、高い性能の演算装置等は不要で低コスト化を図ることができる。しかも、操舵による旋回が少なく、移動距離も短い軌道が算出されるので、燃費が向上する利点もある。

【0048】

また、対向する障害物 $\alpha 1$ 、 $\alpha 3$ それぞれに設定した障害物回避円Ccの一部が相互に重なる狭い障害物間については、両障害物回避円Ccの交点を結ぶ線分LCと障害物間の距離線L13の交点（すなわち、障害物 $\alpha 1$ 、 $\alpha 3$ 間の略中間点）の中継点Jとして、障50

害物 $\alpha 1$ 、 $\alpha 3$ に接近し過ぎない軌道を算出することができる。

【0049】

そして、本発明は上記した実施形態に限定されるものではなく、その趣旨を逸脱しない限りにおいて上述したもの以外に種々の変更を行うことが可能であり、例えば車両 1 の各部 1～13 の構成等はどのようなであってもよく、軌道計画部 8 の計算の手順等が実施形態と異なってもよい。

【0050】

つぎに、開始位置 S や目標位置 G が駐車場以外の場所に設定される場合にも、本発明を同様に適用することができるのは勿論である。その際、開始位置 S と目標位置 G との間の中継点 J の個数や方位等は、障害物 $\alpha 1 \sim \alpha 4$ の個数や配置形状等によって異なる。

10

【0051】

そして、本発明は種々の車両の軌道算出に適用することができる。

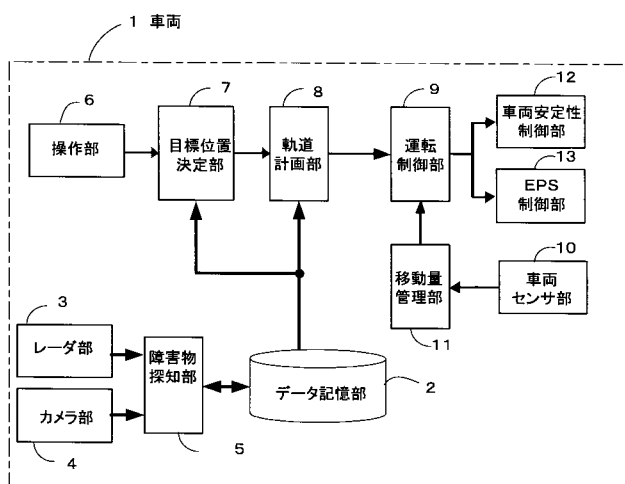
【符号の説明】

【0052】

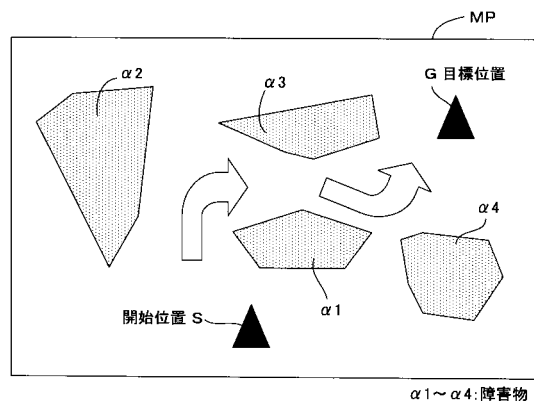
- 1 車両
- 8 軌道計画部
- G 目標位置
- J 中継点
- S 開始位置
- $\alpha 1 \sim \alpha 4$ 障害物

20

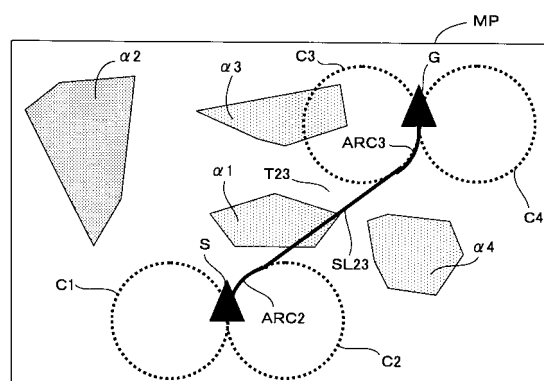
【図 1】



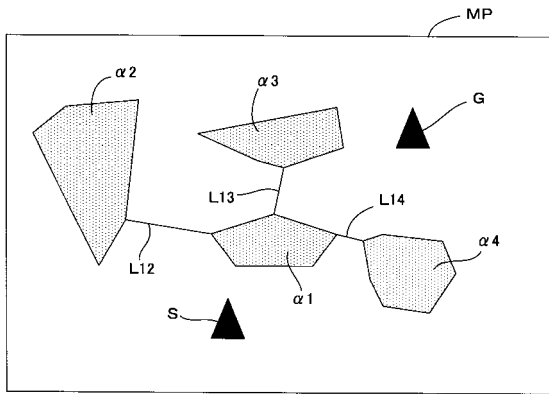
【図 2】



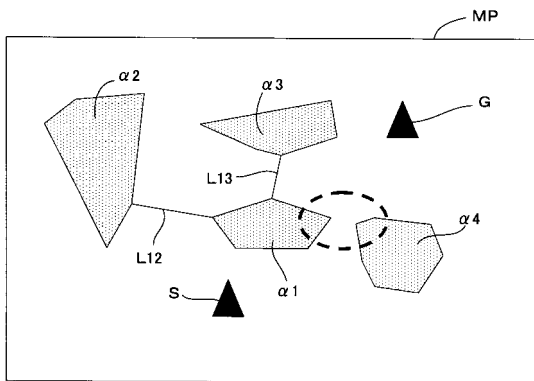
【図 3】



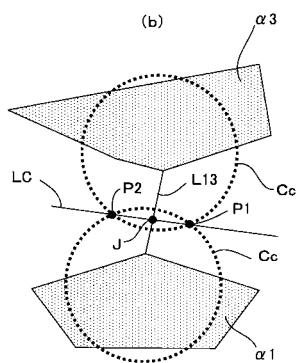
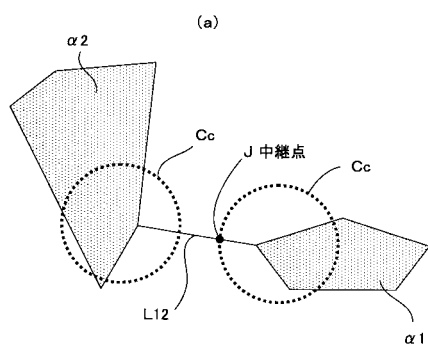
【図 4】



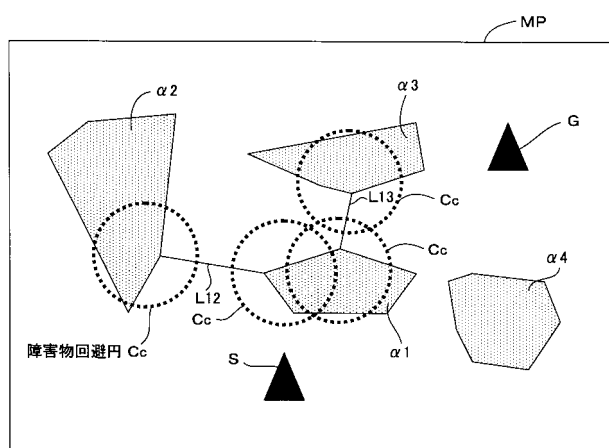
【図 5】



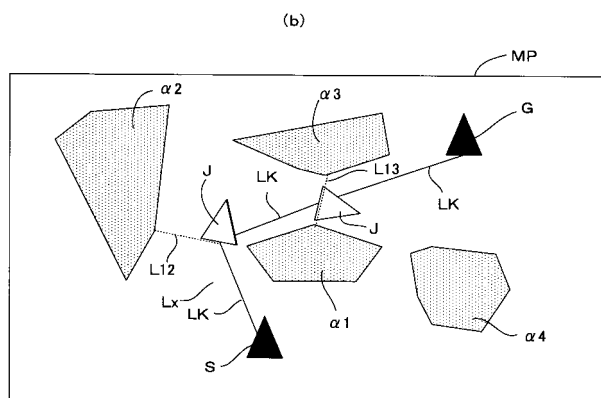
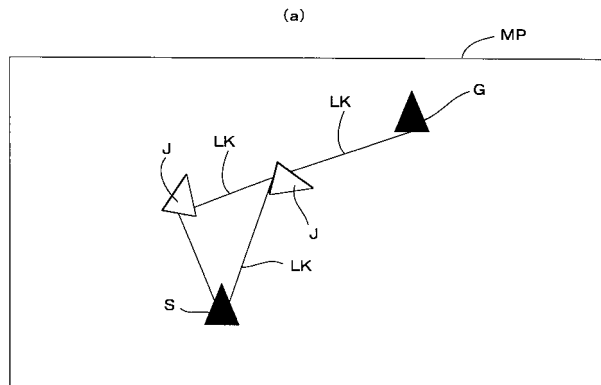
【図 7】



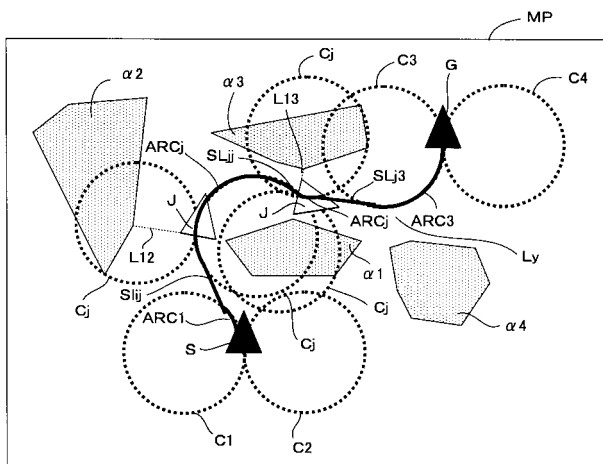
【図 6】



【図 8】



【図 9】



【図 10】

