

明 細 書

発明の名称：自動駐車システム

技術分野

[0001] 本発明は、自動車を自動で駐車枠に駐車させるための自動駐車システムに関する。

背景技術

[0002] 従来より、一流のホテルなどでは、自動車でエントランスに乗り付けた利用者から鍵を預かって駐車場まで自動車を回送したり、利用者の出発時刻に合わせてエントランスに自動車を回送するバレーパーキングサービスが提供されている。そして、近年では、自動車の自動走行によりバレーパーキングサービスを実現するための自動駐車システムが提案されている（例えば、特許文献1 参照。）

[0003] 自動駐車システムが実現すれば、例えば、ホテルやショッピングセンター等の施設に自動車で訪れた際、駐車スペースを探す労力や、車庫入れのための運転負担や、駐車スペースから施設の入口まで徒歩で戻る負担など、利用者側の労力や負担を軽減できる。さらに、ホテルやショッピングセンターなどの施設の運営側にとっては、施設等から離れて駐車スペースを設けることが可能となる。ホテルやショッピングセンター等は繁華な場所や交通の便が良い場所の立地が適しており、比較的地価の高い場所に立地されることが多い一方、近隣に駐車スペースを設ける必要性を低減できれば、駐車スペースを確保するためのコストを軽減できる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2017-182263号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、自動車を駐車場に回送して自動で車庫入れする自動駐車シ

ステムでは、回送する車両の位置を精度高く特定する必要がある一方、車両位置の精度が十分でない場合には信頼性の高いシステム運用が難しくなるおそれがある。

[0006] 本発明は、前記従来の問題点に鑑みてなされたものであり、回送する車両の位置を精度高く特定でき、信頼性高く運用できる自動駐車システムを提供しようとするものである。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明は、駐車場まで車両を移動させ、駐車場に設けられた駐車枠内に収まるように車両を制御する自動駐車システムであって、

車両に設けられた磁気検出部を用いて検出できるように磁気発生源をなす磁気マーカが敷設された経路と、

前記磁気マーカの敷設位置を特定可能な位置特定情報を提供する位置情報提供部と、

該磁気マーカの敷設位置に基づいて車両が所在する車両位置を特定する位置特定部と、を含む自動駐車システムにある。

発明の効果

[0008] 本発明の自動駐車システムは、車両が検出可能な磁気マーカが敷設された経路を含めて構成されている。また、この自動駐車システムは、磁気マーカの敷設位置を特定可能な位置特定情報を提供する位置情報提供部と、磁気マーカの敷設位置に基づいて車両位置を特定する位置特定部と、を備えている。

[0009] 経路に敷設された磁気マーカの敷設位置に基づいて車両位置を特定する場合には、車両位置の精度の確保が比較的容易である。そして、車両位置を精度高く特定可能な本発明の自動駐車システムは、信頼性高く運用可能であり、利用者の利便性を向上できるという優れた特性を備えている。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]自動駐車システムの構成を示すシステム図。

[図2]磁気マーカを示す斜視図。

[図3] R F I D タグを示す正面図。

[図4] 車両を示す上面図。

[図5] 車両の電氣的構成を示すブロック図。

[図6] 制御サーバ装置の電氣的構成を示すブロック図。

[図7] 自動駐車システムにおける車両の走行環境を示す図。

[図8] 駐車枠及び誘導マーカを示す説明図。

[図9] 磁気マーカを通過する際の進行方向の磁気計測値の変化を例示する説明図。

[図10] 車幅方向に配列された磁気センサ C n による車幅方向の磁気計測値の分布を例示する説明図。

[図11] 車両回送処理の流れを示すフロー図。

[図12] 運転アシストメニュー画面を例示する正面図。

[図13] 車庫入れ処理の流れを示すフロー図。

[図14] 誘導ラインと車庫入れ軌跡とを示す説明図。

[図15] ライン偏差および横ずれ量を示す説明図。

発明を実施するための形態

[0011] 本発明の実施の形態につき、以下の実施例を用いて具体的に説明する。

(実施例 1)

本例は、車両（自動車）5 を駐車場 1 1 0 まで回送する、いわゆるバレーパーキングサービスを、車両 5 の自動走行により実現する自動駐車システム 1 に関する例である。この内容について、図 1 ～図 1 5 を用いて説明する。

[0012] 図 1 の自動駐車システム 1 は、車両 5 の走行を遠隔制御する制御サーバ装置 1 8 と、例えばインターネット等の公衆通信回線 1 7 を介して制御サーバ装置 1 8 と通信可能な車両 5 と、を含めて構成されている。車両 5 を自動走行させる経路には、経路方向に沿って例えば 2 m 間隔で磁気マーカ 1 0 が配設されている。この自動駐車システム 1 では、磁気発生源の一例である磁気マーカ 1 0 を活用して駐車場 1 1 0（図 7）への車両 5 の回送等が実現されている。

[0013] 自動駐車システム 1 における車両 5 は、磁気マーカ 10 の検出情報や操舵角などの車両ステータス情報を随時、制御サーバ装置 18 に送信する。車両ステータス情報を受信した制御サーバ装置 18 は、車両ステータス情報の送信元の車両 5 に対して、遠隔制御による自動走行を実現するための制御情報を返信する。自動駐車システム 1 では、このような車両 5 と制御サーバ装置 18 との間の通信により車両 5 の遠隔制御が実現されている。

[0014] 以下、自動駐車システム 1 を構成する (1) 磁気マーカ 10、(2) 車両 5、(3) 制御サーバ装置 18 について説明し、続いて (4) 車両 5 の走行環境の構成を説明する。

(1) 磁気マーカ

磁気マーカ 10 (図 2) は、例えば、直径 20 mm、高さ 28 mm の柱状をなしている。この磁気マーカ 10 は、例えば、車両 5 が移動する路面 100 S (図 1) に設けた孔に収容された状態で敷設される。磁気マーカ 10 をなす磁石は、磁性材料である酸化鉄の磁粉を基材である高分子材料中に分散させたフェライトプラスチックマグネットであり、最大エネルギー積 (BH_{max}) = 6.4 kJ/立方 m という特性を備えている。この磁気マーカ 10 は、車両 5 の磁気センサアレイ 21 A・B (図 1 参照。) の取付け高さとして想定される範囲 100 ~ 250 mm の上限の 250 mm 高さにおいて、 $8 \mu T$ (マイクロテスラ) の磁束密度の磁気を作用する。

[0015] 磁気マーカ 10 では、図 2 のごとく、無線によりタグ情報を出力する R F I D タグ (Radio Frequency IDentification Tag、無線タグ) 15 が、路面 100 S 側の表面に積層配置されている。R F I D タグ 15 は、無線による外部給電により動作し、識別情報であるタグ I D などのタグ情報を外部出力する。本例の構成における R F I D タグ 15 は、磁気マーカ 10 の敷設位置を特定可能な位置特定情報の一例であるタグ I D (タグ情報) を、車両 5 側に提供する位置情報提供部の一例をなしている。

[0016] R F I D タグ 15 は、図 3 のごとく、例えば P E T (Polyethylene terephthalate) フィルムから切り出したタグシート 150 の表面に I C チップ 15

7を実装した電子部品である。タグシート150の表面には、アンテナ153の印刷パターンが設けられている。アンテナ153は、外部からの電磁誘導によって励磁電流が発生する給電用のアンテナ機能と、位置データ等の情報を無線送信する通信用のアンテナ機能と、を併せ持っている。

[0017] なお、本例では、駐車枠111（図7）への自動車庫入れを実現するための他の磁気マーカとして、後述する誘導マーカ（図8中の符号101）が採用されている。この誘導マーカ101は、図2の磁気マーカ10からRFIDタグ15を除いたものである。誘導マーカ101の配置構成等については、後出の（4）車両5の走行環境において詳しく説明する。

[0018] （2）車両

自動駐車システム1が対象とする車両5は、図4及び図5のごとく、磁気マーカ10を検出等する磁気センサレイ21A・B、RFIDタグ15のタグID（タグ情報）を取得するタグリーダユニット34、及び制御ユニット32などを備える車両5である。さらに車両5は、図示しないステアリング操舵ユニットやエンジンスロットルやブレーキアクチュエータなどを制御する車両ECU（Electronic Control Unit）61を備えている。

[0019] 車両ECU61は、制御サーバ装置18から取得する制御情報（制御値）に基づいて車両5を自動走行させる制御を実行可能である。なお、図4及び図5では、磁気センサレイ21A及びタグリーダユニット34について、容易な理解のため別体で図示しているが、これらが一体化されたユニットを採用しても良い。

[0020] （2. 1）磁気センサレイ

車両5では、図4及び図5のごとく、車両5の前後方向において2m離隔する2箇所に磁気センサレイ21A・Bが配設されている。磁気検出部の一例である磁気センサレイ21A・Bは、車幅方向に長い棒状のユニットであり、路面100Sと対面する状態で車両5の底面に取り付けられる。前側の磁気センサレイ21Aと、後ろ側の磁気センサレイ21Bと、の組合せによれば、経路に沿って2m間隔で隣り合って配置された2つの磁気マ

ーカ 10 を同時に検出可能である。

[0021] 磁気センサアレイ 21 A・B は、図 5 のごとく、車幅方向に沿って一直線上に配列された 15 個の磁気センサ C_n (n は 1 ~ 15 の整数) と、図示しない CPU 等を内蔵した検出処理回路 212 と、を備えている。なお、磁気センサアレイ 21 A・B では、15 個の磁気センサ C_n が 10 cm の等間隔で配置されている。

[0022] 磁気センサ C_n は、アモルファスワイヤなどの感磁体のインピーダンスが外部磁界に応じて敏感に変化するという公知の MI 効果 (Magnetoresistance Effect) を利用して磁気を検出するセンサである。磁気センサ C_n では、直交する 2 軸方向に沿って感磁体が配置され、これにより直交する 2 軸方向に作用する磁気を検出が可能となっている。なお、本例では、進行方向及び車幅方向の磁気成分を検出できるように磁気センサ C_n が磁気センサアレイ 21 A・B に組み込まれている。

[0023] 磁気センサ C_n は、磁束密度の測定レンジが ± 0.6 mT であって、測定レンジ内の磁束分解能が $0.02 \mu\text{T}$ という高感度のセンサである。ここで、磁気マーカ 10 は、上記のように、磁気センサ C_n の取付け高さとして想定する範囲 100 ~ 250 mm において $8 \mu\text{T}$ 以上の磁束密度の磁気を作用できる。磁束密度 $8 \mu\text{T}$ 以上の磁気を作用する磁気マーカ 10 であれば、磁束分解能が $0.02 \mu\text{T}$ の磁気センサ C_n を用いて確実性高く検出可能である。

[0024] 磁気センサアレイ 21 A・B の検出処理回路 212 (図 5) は、磁気マーカ 10 を検出するためのマーカ検出処理などを実行する演算回路である。この検出処理回路 212 は、図示しない各種の演算を実行する CPU のほか、ROM や RAM などのメモリ素子等を利用して構成されている。

[0025] 検出処理回路 212 は、各磁気センサ C_n が出力するセンサ信号を 3 kHz 周期で取得してマーカ検出処理を実行する。そして、マーカ検出処理の検出結果を制御ユニット 32 に入力する。詳しくは後述するが、このマーカ検出処理では、磁気マーカ 10 の検出に加えて、磁気マーカ 10 に対する横ず

れ量（幅方向の相対位置の一例。）の計測が行われる。横ずれ量としては、例えば、磁気マーカ 10 に対する磁気センサアレイ 21 の中央の位置（センター位置）のずれ量等を採用できる。磁気センサアレイ 21 のセンター位置は、車両 5 の車幅方向のほぼ中心に当たるため、磁気マーカ 10 に対する車両 5 の横ずれ量として取り扱うことができる。なお、後述する誘導マーカ 101 に対しても同様に横ずれ量を計測可能である。

[0026] 前側の磁気センサアレイ 21 A が検出した磁気マーカ 10 に対する横ずれ量と、後ろ側のセンサアレイ 21 B が検出した磁気マーカ 10 に対する横ずれ量と、によれば、経路の方向に対する車両 5 の姿勢を特定可能である。なお、このような車両 5 の姿勢の特定は、後述する通り、横ずれ量を含む車両ステータス情報を取得する制御サーバ装置 18 によって実行される。

[0027] (2. 2) タグリーダユニット

図 4 及び図 5 のタグリーダユニット 34 は、磁気マーカ 10（図 2）に保持された R F I D タグ 15 と無線で通信する通信ユニットである。タグリーダユニット 34 は、R F I D タグ 15 の動作に必要な電力を無線で送電して R F I D タグ 15 を動作させ、R F I D タグ 15 の識別情報であるタグ I D（タグ情報）を読み取る。

[0028] (2. 3) 制御ユニット

図 4 及び図 5 の制御ユニット 32 は、磁気センサアレイ 21 A・B やタグリーダユニット 34 を制御すると共に、制御サーバ装置 18（図 1 参照。）との間で各種の情報やデータを送受信するユニットである。制御ユニット 32 は、磁気マーカ 10 を検出する毎に、車両ステータス情報を制御サーバ装置 18 に送信する。この車両ステータス情報には、制御サーバ装置 18 側で送信元の車両 5 を特定可能なように車両 I D が紐付けされている。制御ユニット 32 は、車両ステータス情報の送信と引き換えに、自動走行のための制御情報を制御サーバ装置 18 から取得できる。制御ユニット 32 が取得した制御情報（制御値）は車両 E C U 61 に入力されて車両 5 の制御に適用され、これにより制御サーバ装置 18 による車両 5 の遠隔制御が実現される。

[0029] 車両ステータス情報には、磁気マーカ１０を利用して取得あるいは生成した情報と、車両５の走行状態を表す情報と、がある。前者の情報としては、磁気マーカ１０に保持されたＲＦＩＤタグ１５から取得したタグＩＤ（タグ情報）、磁気マーカ１０に対する横ずれ量などがある。後者の情報としては、実測された車速や操舵角などがある。なお、車速には、正負の値があり、正の車速は前進時の速度を意味し、負の車速は後退時の速度を意味している。

[0030] （３）制御サーバ装置

制御サーバ装置１８は、図６のごとく、電子基板１８０を中心にして構成されたコンピュータ装置である。電子基板１８０には、ＣＰＵ（Central Processing Unit）１８１やＲＯＭ（Read Only Memory）１８２やＲＡＭ（Random Access Memory）１８３などの電子部品が実装されている。この電子基板１８０には、Ｉ／Ｏ（Input/Output）１８４を介して、ハードディスクドライブ等の記憶装置（記憶媒体）１８５や無線通信ユニット１８９等が接続されている。

[0031] 制御サーバ装置１８では、記憶装置１８５の記憶領域を利用してデータベースが設けられている。データベースとしては、各磁気マーカ１０に関するマーカ情報を記憶するマーカデータベース（マーカＤＢ）１８５Ｍ、制御対象の車両５に関する車両スペック情報を記憶する車両データベース（車両ＤＢ）１８５Ｖ、車両５が走行可能な経路や駐車場に関する地図データを記憶する地図データベース（地図ＤＢ）１８５Ｔがある。

[0032] マーカＤＢ１８５Ｍに格納された各磁気マーカ１０のマーカ情報には、付設されたＲＦＩＤタグ１５の識別情報であるタグＩＤ（タグ情報）が紐付け（対応付け）られている。本例の構成では、タグＩＤを利用してマーカＤＢ１８５Ｍを参照することで、対応する磁気マーカ１０の特定が可能である。マーカ情報には、敷設位置を表す情報や、その敷設位置の属性を表す情報や、制限速度などの規制情報などが含まれている。

[0033] 車両ＤＢ１８５Ｖに格納される車両スペック情報は、遠隔制御によるバレ

ーパーキングサービスの利用登録済みの車両5の車体寸法や、ホイールベースや、前後のオーバーハングや、最小旋回半径や、操舵角ゲイン（ハンドル操作角に対する操舵角の比率）などの情報である。車両DB185Vでは、識別情報である車両IDを紐付けて各車両5の車両スペック情報が管理されている。

[0034] 地図DB185Tに格納される地図データは、遠隔制御により車両5を自動走行させる経路の構造や駐車場の駐車枠の配置構造などを表すベクターデータを含む地図データである。この地図データにおいて、経路上には磁気マーカ10の敷設位置等がマッピングされている。例えば、車両5がいずれかの磁気マーカ10を検出した場合、この地図データを参照すれば、車両5の前方の経路の形状を取得できる。

[0035] 地図DB185Tでは、上記の地図データに加えて、駐車場内の経路や駐車枠の配置構造などを表すベクターデータを利用して駐車場の仮想モデルである仮想駐車場モデルが構築されている。この仮想駐車場モデルは、車両5を回送する実際の駐車場をコンピュータ上で再現したモデルである。この仮想駐車場モデルは、回送した車両5を駐車する駐車枠の選定や、駐車枠までの経路の選定等に利用される。なお、仮想駐車場モデルの内容については、実際の駐車場の構成を説明した後で詳しく説明する。

[0036] なお、本例の仮想駐車場モデルは、遠隔制御による自動走行が可能な車両5専用の駐車場110（図7）を対象とするモデルである。一方、一般の車両との相互乗り入れにより運用される一般の駐車場については、各駐車枠の天井に設けられた例えば超音波式の在車センサ等を利用し、各駐車枠の満空を制御サーバ装置18側で管理すると良い。

[0037] 図6の制御サーバ装置18は、ROM182から読み出されたプログラムをCPU181が実行することで、以下の各構成としての機能を実現する。

（3. 1）データ通信部：データ通信部は、車両5との間でデータ通信を実行する。

（3. 2）マーカ情報取得部：マーカ情報取得部は、車両5側からタグ情報

(タグID)を受信したとき、マーカDB185Mを参照し、そのタグIDに対応する磁気マーカ10に関するマーカ情報を取得する。

(3.3) 車両スペック情報取得部：車両スペック情報取得部は、車両ステータス情報に紐付けられた車両IDを利用して車両DB185Vを参照し、車両スペック情報を取得する。

(3.4) 車両位置特定部（位置特定部）：車両位置特定部は、車両5が所在する車両位置及び車両5の姿勢（方位）を特定する。

(3.5) 遠隔制御部：遠隔制御部は、所定の経路に沿って移動できるように車両5を遠隔制御する。遠隔制御部は、車両5の車速や操舵角やタグID等を含む車両ステータス情報を入力値とした演算処理により、目標操舵角、目標車速等の制御値を算出し、制御情報として返信する。なお、目標速度は、速度ゼロ、すなわち停止制御を含む制御値となっている。

(3.6) 駐車枠選定部：駐車枠選定部は、仮想駐車場モデルを参照して駐車枠を選定する。

(3.7) 回送経路選定部：回送経路選定部は、駐車枠選定部が選定した駐車枠まで車両5を移動させるための回送経路を選定する。

[0038] (4) 車両の走行環境

自動駐車システム1では、図7のごとく、車両5が停車する枠や車両5を走行させる経路など、車両5が移動可能な位置が管理されている。

車両5が停車する枠としては、バレーパーキングサービスを利用する際に利用者が車両5を停車させる預入停車枠113、車両5を持ち主に返却するための引渡停車枠115、車両5を駐車する駐車枠111などがある。預入停車枠113、及び引渡停車枠115は、バレーパーキングサービスを提供するホテルなどの施設19の車回し190等に設けられる。また、駐車枠111は、施設19の地下の駐車場や、施設19の隣接地の駐車場や、施設19から離れた遠隔地の駐車場等に設けられる。

[0039] 預入停車枠113及び引渡停車枠115は、車両5を収容するために路面100Sにプリントされた長方形の枠である。駐車枠111は、1辺に開

口部を設けた不完全な長方形の枠である。各枠の路面１００Ｓには、停車した車両５が検出可能なように磁気マーカ１０が配設されている。磁気マーカ１０は、長方形の枠の長手方向の中心線に沿って２ｍ離隔して配置されている。

[0040] 車両５が移動する経路としては、バレーパーキングサービスを提供するホテルなどの施設１９から駐車場１１０に至る経路（移動経路）１３１、駐車場１１０内で車両５が移動するための経路（場内経路）１３５、駐車場１１０から施設１９に戻るための経路（移動経路）１３３などがある。これらの経路１３１、１３３、１３５では、走行領域をなす走行レーンの中心に沿って磁気マーカ１０が敷設されている。磁気マーカ１０は、経路１３１、１３３、１３５に沿って２ｍ毎の間隔で配置されている。なお、本例では、施設１９と駐車場１１０との間の移動経路１３１、１３３が、対面通行の片側１車線の２車線の道路を利用して構成されている。

[0041] （４．１）駐車場の構成

図７に例示の駐車場１１０では、駐車枠１１１が横並びで配置された島１１が複数、並列して配置されていると共に、車両５が場内を移動するための場内経路１３５が設けられている。場内経路１３５としては、島１１に面する島内経路１３５Ａと、島１１から島１１へ移動するための横断経路１３５Ｂと、がある。場内経路１３５は、島内経路１３５Ａと横断経路１３５Ｂとの組合せにより、全体として略梯子状を呈している。

[0042] 場内では、横断経路１３５Ｂを利用して目的の島１１まで移動でき、島内経路１３５Ａを利用して目的の駐車枠１１１まで移動できる。駐車場１１０では、入口と出口が共用されており、入口から入場した車両５が一方通行で場内を移動して駐車予定の駐車枠１１１に移動でき、その後、一方通行で出口に移動できる。

[0043] さらに、島１１の各駐車枠１１１が開口する島内経路１３５Ａには、図８のごとく、経路方向に沿う２ｍ間隔の磁気マーカ１０のほか、駐車枠１１１への車両５の車庫入れを誘導するための誘導マーカ１０１が敷設されている。

。誘導マーカ 101 は、駐車枠 111 毎に規定された略円弧状の誘導ライン 137 に沿って 50cm 間隔で配置されている。この誘導ライン 137 は、中型クラスの乗用車（車両 5）を車庫入れする際、後ろ側の磁気センサレイ 21B の中央の位置（センター位置）が通過する標準的な車庫入れ軌跡に一致するラインである。この誘導ライン 137 は、対応する駐車枠 111 の正面を通過した箇所に敷設された磁気マーカ 10 を起点とし、駐車枠 111 内の開口部に最も近い磁気マーカ 10 に到達する略円弧状をなしている。

（4. 2）仮想駐車場モデル

上記の通り、自動駐車システム 1 では、地図 DB 185T の記憶領域を利用して、駐車場 110 の仮想モデルである仮想駐車場モデルが構築されている。この仮想駐車場モデルは、駐車場 110 の場内経路 135 の経路構造や、駐車枠 111 の配置等を表すベクターデータを利用する地図データに基づく仮想モデルである。この仮想駐車場モデルでは、各駐車枠 111 に対して、車両 5 が駐車されているか否か（車両の在否）を表す在車フラグ（在車情報）が付設されている。仮想駐車場モデルの場内経路 135 には、場内経路 135 を移動中の車両 5 や、車庫入れ中の車両 5 等をマッピング可能である。他の車両 5 の車両位置がマッピングされた仮想駐車場モデルは、例えば、他の車両 5 と干渉することなく効率良く車両 5 を回送可能な回送経路を選定するために利用可能である。

[0044] 次に、以上のような構成の自動駐車システム 1 における（A）マーカ検出処理、（B）車両回送処理、（C）車庫入れ処理、について順番に説明する。

（A）マーカ検出処理

マーカ検出処理は、車両 5 が備える磁気センサレイ 21A・B が実行する処理である（図 5 参照。）。磁気センサレイ 21A・B は、磁気センサ Cn を用いて 3kHz の周期でマーカ検出処理を実行する。

[0045] 上記のごとく、磁気センサ Cn は、車両 5 の進行方向及び車幅方向の磁気成分を計測するように構成されている。例えばこの磁気センサ Cn が、進行

方向に移動して磁気マーカ 10 の真上を通過するとき、進行方向の磁気計測値は、図 9 のごとく磁気マーカ 10 の前後で正負が反転すると共に、磁気マーカ 10 の真上の位置でゼロを交差するように変化する。したがって、車両 5 の走行中では、いずれかの磁気センサ C_n が検出する進行方向の磁気について、その正負が反転するゼロクロス Z_c が生じたとき、磁気センサアレイ 21 A・B が磁気マーカ 10 の真上に位置すると判断できる。検出処理回路 212 は、このように磁気センサアレイ 21 A・B が磁気マーカ 10 の真上に位置し進行方向の磁気計測値のゼロクロス Z_c が生じたときに磁気マーカ 10 を検出したと判断する。

[0046] また、例えば、磁気センサ C_n と同じ仕様の磁気センサについて、磁気マーカ 10 の真上を通過する車幅方向の仮想線に沿う移動を想定すると、車幅方向の磁気計測値は、磁気マーカ 10 を挟んだ両側で正負が反転すると共に、磁気マーカ 10 の真上の位置でゼロを交差するように変化する。15 個の磁気センサ C_n を車幅方向に配列した磁気センサアレイ 21 A・B の場合には、磁気マーカ 10 を介してどちらの側にあるかによって磁気センサ C_n が検出する車幅方向の磁気の前負が異なってくる（図 10）。

[0047] 磁気センサアレイ 21 A・B に属する各磁気センサ C_n の車幅方向の磁気計測値を例示する図 10 の分布に基づけば、車幅方向の磁気の前負が反転するゼロクロス Z_c を挟んで隣り合う 2 つの磁気センサ C_n の中間の位置、あるいは検出する車幅方向の磁気がゼロであって両外側の磁気センサ C_n の正負が反転している磁気センサ C_n の直下の位置が、磁気マーカ 10 の車幅方向の位置となる。検出処理回路 212 は、磁気センサアレイ 21 A・B のセンター位置（例えば磁気センサ C_8 の位置）について、磁気マーカ 10 に対する車幅方向の位置の偏差を上記の横ずれ量として計測する。例えば、図 10 の場合であれば、ゼロクロス Z_c の位置が C_9 と C_{10} との中間辺りの $C_{9.5}$ に相当する位置となっている。上記のように磁気センサ C_9 と C_{10} の間隔は 10 cm であるから、磁気マーカ 10 に対する横ずれ量は、車幅方向において磁気センサアレイ 21 A・B の中央に位置する C_8 を基準として

(9.5 - 8) × 10 cmとなる。

[0048] (B) 車両回送処理

施設19と駐車場110との間で車両5を回送する車両回送処理の内容について、図11のフロー図を参照して説明する。なお、同図では、制御サーバ装置18側の処理と、車両5側の処理と、を並列して示してある。ホテル等の施設19に車両5で乗り付けた利用者がバレーパーキングサービスを利用するためには、まず、施設19の車回し190に設けられた上記の預入停車枠113内に車両5を停車させる必要がある。例えば車載ディスプレイ（図示略）に表示される運転アシストメニュー画面55（図12）の中の「バレーパーキングサービス」の欄550を選択してサービスの利用請求を行うと、車両回送処理がスタートする。

[0049] 車両5の運転者である利用者が「バレーパーキングサービス」の欄550を選択すると自動駐車システム1側への利用請求が実行される。また、車両5側では、運転者が自分で運転するマニュアルモードから、車両5が自動走行により駐車場110に回送される回送モードへの切替が実行される（S201）。

[0050] 車両5側でバレーパーキングサービスの利用請求が実行されて回送モードへの切替が実行されたとき（S201）、制御サーバ装置18は、まず、上記の仮想駐車場モデルを参照する。制御サーバ装置18は、仮想駐車場モデルの各駐車枠111に対応する在車フラグを照会（参照）し、いずれか空きの駐車枠111を選定する（S101）。

[0051] さらに制御サーバ装置18は、選定した駐車枠111まで車両5を移動させるための回送経路を選定する（S101）。回送経路は、預入停車枠113から選定された駐車枠111の駐車場110の入口までの経路（移動経路）131と、駐車場110の入口から駐車枠111までの経路（場内経路）135と、の組合せによる経路である。回送経路は、上記の地図DB185Tに格納された地図データ上で規定される。駐車場110への回送経路では、預入停車枠113内の最も前側の磁気マーカ10の敷設位置が起点となる

。また、上記で選定された駐車枠 1 1 1 に対して、上記の通り想定される誘導ライン 1 3 7 の起点に当たる磁気マーカ 1 0 の敷設位置が、回送経路の終点となる。

[0052] 地図データ上で規定された回送経路を参照すれば、回送経路の形状を把握でき、前方のカーブや合流地点などを把握できる。地図データには、経路に敷設された磁気マーカ 1 0 の敷設位置が対応付けされている。したがって、車両 5 側でいずれかの磁気マーカ 1 0 が検出されたとき、その磁気マーカ 1 0 の特定により回送経路における車両位置を特定できる。

[0053] 車両 5 側では、制御ユニット 3 2 による制御により磁気マーカ 1 0 の検出が実行される。上記のように、預入停車枠 1 1 3 の路面 1 0 0 S には、車両 5 に取り付けられた前後の磁気センサレイ 2 1 A・B に対応して 2 m 間隔で磁気マーカ 1 0 が配置されている（図 7 参照。）。

[0054] 回送モードへの切替（S 2 0 1）に応じて、車両 5 の制御ユニット 3 2 は、前後の磁気センサレイ 2 1 A・B を制御して磁気マーカ 1 0 を検出すると共に（S 2 0 2）、磁気マーカ 1 0 に対する磁気センサレイ 2 1 のセンタ位置の横ずれ量を計測する（S 2 0 3）。この横ずれ量は、磁気マーカ 1 0 に対する車両 5 の横ずれ量として取扱い可能である。前後に離隔する 2 つの磁気マーカ 1 0 に対する横ずれ量は、この 2 つの磁気マーカ 1 0 を結ぶ方位を基準として車両 5 の姿勢（方位）を特定するために有用である。

[0055] なお、上記のステップ S 2 0 2、S 2 0 3 を実行するに当たって、磁気マーカ 1 0 を検出できるように、預入停車枠 1 1 3 内で車両 5 を移動させることも良い。例えば、預入停車枠 1 1 3 に停車した際、前側の磁気センサレイ 2 1 A が預入停車枠 1 1 3 の前側の磁気マーカ 1 0 を通過する前であれば、検出が可能になる位置まで車両 5 を前進させると良い。あるいは、預入停車枠 1 1 3 に停車した際、前側の磁気センサレイ 2 1 A が預入停車枠 1 1 3 の前側の磁気マーカ 1 0 を通過してしまっている場合であれば、検出が可能になる位置まで車両 5 を後退させると良い。

[0056] 続けて車両 5 の制御ユニット 3 2 は、タグリーダユニット 3 4 を制御して

前側の磁気マーカ１０に付設されたＲＦＩＤタグ１５のタグＩＤ（タグ情報）の読取を実行する（Ｓ２０４）。そして、タグＩＤや磁気マーカ１０に対する車両５の横ずれ量などを含む車両ステータス情報を、制御サーバ装置１８に送信する（Ｓ２０５）。なお、車両ステータス情報には、上記の通り、車両ＩＤが紐付けされているため、制御サーバ装置１８側で、送信元の車両５を特定可能である。

[0057] なお、以下の説明においては、例えば、上記のように「磁気センサアレイ２１Ａ・Ｂを制御して磁気マーカ１０を検出する」等の制御ユニット３２の動作説明について、「制御ユニット３２が磁気マーカ１０を検出する」等、制御ユニット３２を主体として説明する。タグリーダユニット３４の制御についても同様である。

[0058] 制御サーバ装置１８は、車両ステータス情報を受信したとき、まず、上記のマーカＤＢ１８５Ｍ、車両ＤＢ１８５Ｖを参照する。制御サーバ装置１８は、車両ステータス情報に含まれるタグＩＤを利用してマーカＤＢ１８５Ｍを参照し、対応する前側の磁気マーカ１０のマーカ情報を取得し敷設位置を特定する。そして、前側の磁気マーカ１０に対する横ずれ量の分だけ、敷設位置からオフセットした位置を演算し、車両位置として特定する（Ｓ１０２）。さらに、制御サーバ装置１８は、前後２つの磁気マーカ１０に対する２つの横ずれ量に基づき、２つの磁気マーカ１０を結ぶ線に対する車両５の姿勢（方位）を演算し特定する（Ｓ１０２）。

[0059] さらに、制御サーバ装置１８は、車両ステータス情報に紐付けられた車両ＩＤを利用して車両ＤＢ１８５Ｖを参照し、車両スペック情報を取得する。上記の通り、この車両スペック情報には、車体寸法や、ホイールベースや、前後のオーバーハングや、最小旋回半径や、操舵角ゲインなど、遠隔制御に必要な車両５の仕様情報が含まれている。特に、車体寸法や、前後のオーバーハングや、操舵角ゲインなどは、後述する車庫入れ処理のために重要な制御パラメータである。

[0060] このように制御サーバ装置１８は、制御対象の車両５の位置（車両位置）

及び姿勢を特定すると共に、制御に役立つ車両5側の制御パラメータを取得した後、車両5の自動走行を実現するための遠隔制御を開始させる（S103）。制御サーバ装置18は、まず、制御対象の車両5の位置や姿勢等に基づいて、上記のステップS101で選定された回送経路に沿って車両5を自動走行させるための目標速度や目標操舵角などの制御値を演算する（S104）。そして、その制御値を含む制御情報を車両5に対して送信する（S105）。

[0061] 車両5の制御ユニット32は、制御サーバ装置18から受信した制御情報に含まれる制御値を車両ECU61に入力する。制御値を入力された車両ECU61は、車両5が備える図示しないステアリング操舵ユニットやエンジンスロットルやブレーキアクチュエータ等を制御することで、車両5の自動走行を開始させる（S206）。

[0062] 車両5の制御ユニット32は、遠隔制御による車両5の自動走行中において、磁気マーカ10の検出を繰り返し試みる（S207：NO）。磁気マーカ10を検出できたときには（S207：YES）、磁気マーカ10に対する車両5の横ずれ量を計測すると共に（S208）、磁気マーカ10に付設されたRFIDタグ15のタグIDの読取を実行する（S209）。

[0063] ここで、車両5を自動走行させる経路では、2mの間隔をあけて磁気マーカ10が配置されている。この2mの間隔は、車両5における磁気センサアレイ21A・Bの間隔と一致している。したがって、車両5の前後に配置された2つの磁気センサアレイ21A・Bは、隣り合う2つの磁気マーカ10を同時に検出可能である。

[0064] 車両5の制御ユニット32は、磁気マーカ10の検出に応じて、2つの磁気マーカ10について計測された2つの横ずれ量やタグID等のほか、車速や操舵角などを含む車両ステータス情報を制御サーバ装置18に送信する（S210）。車両5の制御ユニット32は、車庫入れモードへの切替地点である回送経路の終点への移動が完了するまで、車両制御（S206）から車両ステータス情報の送信（S210）までの処理を繰り返して実行する。

- [0065] 制御サーバ装置18は、車両ステータス情報を受信すると（S106:YES）、上記のステップS102と同様、現在の車両位置、姿勢を演算により求める（S107）。そして、回送経路に沿って走行できるよう、次の磁気マーカ10を検出するまでの目標速度や目標操舵角などの制御値を演算し（S108）、車両5に向けて制御情報を送信する（S109）。このように制御情報の送信を受けた車両5では、この制御情報に基づく車両制御が実行され、自動走行が継続される（S206）。
- [0066] その後、磁気マーカ10を検出する毎に、上記のステップS208～S210の処理が繰り返し実行される。一方、制御サーバ装置18側では、磁気マーカ10の検出毎に車両5が送信する車両ステータス情報を受信する毎に、上記のステップS107の車両位置・姿勢の演算、ステップS108の制御値の演算、及びステップS109の制御情報の送信が実行される。
- [0067] 上記のように車両5が磁気マーカ10の検出に応じて車両ステータス情報の送信を行い、これに対して制御サーバ装置18が制御情報の送信を行う一連の処理は、上記のステップS101で選定された回送経路の終点に車両5が到達するまで繰り返し実行される（S110:NO）。なお、上記の通り、回送経路の終点には、上記のステップS101で選定された駐車枠111に対応する誘導ライン137（図8参照。）の起点に当たる磁気マーカ10の敷設位置が設定されている。
- [0068] 車両ステータス情報に含まれるタグIDが、回送経路の終点に位置する磁気マーカ10に付設されたRFIDタグ15の識別情報であれば、制御サーバ装置18は、回送経路の終点に車両5が到達したと判断し（S110:YES）、移動完了信号を車両5に向けて送信する（S111）。そして、制御サーバ装置18は、車両5を後退させて駐車枠111に収める後述する車庫入れ処理P1に移行する。その後、制御サーバ装置18の処理は、駐車完了をもって終了する（S112:YES）。一方、車両5側では、制御サーバ装置18から移動完了信号を受信すると移動完了と判断され（S211:YES）、後退による車庫入れ処理P1に移行する。その後、駐車完了をもって

、車両5側の処理も終了する（S 2 1 2 : Y E S）。

[0069] （C）車庫入れ処理

車庫入れ処理P 1は、図13のフロー図のごとく、車両5側の制御モードが上記の回送モードから車庫入れモードに切り替えられて開始される（S 2 3 1）。車両5側の制御モードが車庫入れモードに切り替わると、制御サーバ装置18は、回送経路の終点に位置する磁気マーカ10に対応する車両ステータス情報に含まれる横ずれ量やタグIDに基づいて、車両位置及び姿勢を演算する（S 1 3 1）。上記のごとく、車両位置は、タグIDに対応する磁気マーカ10の敷設位置を基準として、横ずれ量の分だけずらした位置である。同様に上記のごとく、姿勢は、2つの磁気マーカ10に対する横ずれ量により特定可能である。

[0070] 続いて制御サーバ装置18は、後退による車庫入れのための制御値を演算する。このとき、制御サーバ装置18は、車両IDを利用して車両DB185Vを参照し、制御対象の車両5の車体寸法や前後オーバーハング等の仕様を把握する。そして、図14のごとく、その車両5を駐車枠111に車庫入れするために車両5が通過する車庫入れ軌跡139を演算する（S 1 3 2）。車庫入れ軌跡139としては、前側の磁気センサアレイ21Aのセンター位置が通過する軌跡である車庫入れ軌跡139Fと、後ろ側の磁気センサアレイ21Bのセンター位置が通過する軌跡である車庫入れ軌跡139Rと、が演算により求められる。

[0071] なお、ステップS 1 3 2で演算される制御目標の車庫入れ軌跡139は、標準的な車庫入れ軌跡に相当する誘導マーカ101の誘導ライン137とは必ずしも一致しない。制御対象の車両5の車体寸法やオーバーハング等、車種毎の車両5の仕様の違いに応じて、制御目標の車庫入れ軌跡139が異なってくる。また、前側の磁気センサアレイ21Aのセンター位置の車庫入れ軌跡139Fと、後ろ側の磁気センサアレイ21Bのセンター位置の車庫入れ軌跡139Rとは、車両5が円弧状の経路に沿って移動する際に生じ得る内輪差に起因して同一の軌跡になることはない。

- [0072] 制御サーバ装置 18 では、上記のごとく、仮想駐車場モデルが記憶されており、この仮想駐車場モデルは、駐車場 110 内の場内経路 135 や駐車枠 111 の地図データを含めて構成されている。上記のステップ S132 で演算された制御目標の車庫入れ軌跡 139 は、仮想駐車場モデルの地図データ上にマッピングされて管理される。この仮想駐車場モデルでは、各駐車枠 111 に対する標準的な車庫入れ軌跡が、対応する誘導マーカ 101 の誘導ライン 137 として特定されている。そこで、制御サーバ装置 18 は、制御目標の車庫入れ軌跡 139 を演算した後、標準的な車庫入れ軌跡である誘導ライン 137 に対する制御目標の車庫入れ軌跡 139 の偏差であるライン偏差（図 15 参照。）を、誘導マーカ 101 の位置毎に演算する（S133）。
- [0073] 制御サーバ装置 18 は、上記のステップ S132 で演算した制御目標の車庫入れ軌跡 139 に沿って車両 5 を後退させるための制御値（目標操舵角や目標速度）を演算し（S134）、その制御値を含む制御情報を車両 5 側に送信する（S135）。車両 5 側では、制御サーバ装置 18 からの制御情報の受信に応じて車両制御（後退）が開始される（S232）。
- [0074] 車両 5 の制御ユニット 32 は、遠隔制御による車庫入れ（後退）の際、誘導マーカ 101 の検出を繰り返し試行する（S233：NO）。誘導マーカ 101 を検出すると（S233：YES）、誘導マーカ 101 に対する車両 5 の横ずれ量を計測する（S234）。なお、誘導マーカ 101 は、上記のごとく 50cm 間隔で配置されている。したがって、2m 間隔で配設された 2つの磁気センサアレイ 21A・B が同時に 2つの誘導マーカ 101 を検出でき、2つの誘導マーカ 101 に対する横ずれ量をそれぞれ計測可能である。なお、誘導マーカ 101 の磁極性は、経路や枠に敷設された他の磁気マーカ 10 の磁極性とは相違している。したがって、車両 5 側では、誘導マーカ 101 であるか、他の磁気マーカ 10 であるかの区別が可能であり、誘導マーカ 101 の検出時にはタグ情報の読出処理を実行しない。
- [0075] 車両 5 の制御ユニット 32 は、誘導マーカ 101 を検出したとき、誘導マーカ 101 に対する横ずれ量や、操舵角や、後退速度等の情報を含む車両ス

ステータス情報を制御サーバ装置 18 に送信する (S 2 3 5)。この車両ステータス情報を受信した制御サーバ装置 18 は (S 1 3 6 : Y E S)、車庫入れモードへの切替後の誘導マーカ 1 0 1 の通過数などをカウントすることで、検出された 2 つの誘導マーカ 1 0 1 を特定する。

[0076] 制御サーバ装置 18 は、上記のステップ S 1 3 3 で演算した誘導マーカ 1 0 1 毎のライン偏差 (図 1 5 参照。) と、誘導マーカ 1 0 1 に対する磁気センサアレイ 2 1 A・B のセンター位置の横ずれ量 (図 1 5 参照。) と、の差分値を演算する (S 1 3 7)。そして、制御サーバ装置 18 は、上記のステップ S 1 3 7 で演算した差分値 (ライン偏差と横ずれ量との差分値) をゼロに近づけるための制御値 (目標操舵角や目標速度) を演算し (S 1 3 8)、制御値を含む制御情報を車両 5 側に送信する (S 1 3 9)。

[0077] この制御情報を受信した車両 5 の制御ユニット 3 2 は、制御値を車両 ECU 6 1 に入力し車両制御を実行させる (S 2 3 2)。その後、車庫入れによる後退中に誘導マーカ 1 0 1 を検出する毎に (S 2 3 3 : Y E S)、横ずれ量の計測 (S 2 3 4)、車両ステータス情報の送信 (S 2 3 5) を繰り返し実行する。制御サーバ装置 18 においても、車両ステータス情報を受信する毎に (S 1 3 6 : Y E S)、ライン偏差と横ずれ量との差分値の演算 (S 1 3 7) や、制御値の演算 (S 1 3 8) などの処理を繰り返す。このような処理の繰り返しは、車両 5 側で駐車枠 1 1 1 内の磁気マーカ 1 0 が検出されるまで継続される (S 2 3 6 : N O)。

[0078] 車両 5 側で駐車枠 1 1 1 内に配置された磁気マーカ 1 0 が検出されると (S 2 3 6 : Y E S)、タグ I D や横ずれ量などの情報を含む車両ステータス情報が制御サーバ装置 18 に送信される (S 2 3 7)。一方、制御サーバ装置 18 は、この車両ステータス情報を受信すると、駐車枠 1 1 1 の磁気マーカ 1 0 が車両 5 によって検出されたと判断する (S 1 4 0 : Y E S)。そして、車庫入れ完了信号を車両 5 側に送信し (S 1 4 1)、車庫入れ処理を終了させる。一方、車両 5 側では、制御サーバ装置 18 からの車庫入れ完了信号の受信を待機し (S 2 3 8 : N O)、受信に応じて車庫入れ処理を終了する (S

238:YES)。

- [0079] ここまで、(B)車両回送処理、及び(C)車庫入れ処理により、施設19から車両5を駐車場110に回送し、自動で車庫入れする際の自動駐車システム1の動作について説明した。駐車場110から施設19に車両5を回送する際の自動駐車システム1の動作については、駐車場110への回送時と似通っているので詳細な説明を省略する。駐車枠111から誘導ライン137に沿って車両5を出庫させた後、回送経路(場内経路135及び移動経路133)を移動して施設19に向けて自動走行により移動させ、車回し190の引渡停車枠115で停車させるという動作の流れとなる。車回し190では、引渡停車枠115の最も前側の磁気マーカ10の検出に応じて車両5を停車させると良い。
- [0080] 以上のように、本例の自動駐車システム1は、経路や枠に敷設された磁気マーカ10を利用して車両位置、及び車両5の姿勢(方位)を精度高く特定し、信頼性高く車両5を回送できるシステムである。この自動駐車システム1は、GPS(Global Positioning System)とは相違し、屋内環境やビルの谷間などの環境であっても安定的に運用可能である。また、環境認識カメラによる撮像画像を取得し、認識処理を施すことで駐車場内の車両位置や姿勢を特定するシステムとは相違し、雨天や夜や霧などの外部環境に影響を受けることもない。敷設位置が既知である磁気マーカ10を利用すれば、極めて精度高く車両位置を特定可能である。
- [0081] 自動駐車システム1によれば、ホテルやショッピングセンター等の施設を運営する側、及び施設の利用者側、双方の負担を低減できる。例えば、ホテルやショッピングセンター等の施設に自動車(車両)で到着した利用者にとっては、駐車場を探す労力や、車庫入れのための運転負担や、駐車場から施設の入口まで徒歩で戻る負担、などが軽減される。施設の運営側にとっては、施設等から離れて駐車場を設けることが可能となる。例えばホテルやショッピングセンター等は繁華な場所や交通の便が良い場所の立地が適しており、比較的地価の高い場所に立地されることが多い一方、近隣に駐車場を設け

る必要性を低減できれば、駐車場を確保するためのコストを軽減できる。また、自動駐車システム 1 に対応する専用の駐車場であれば、運転者等の乗降が必要でなくドアの開閉が不要になるので、間隔を詰めて車両を駐車できる。駐車車両の間隔を詰めれば、単位面積当たりの駐車台数を多くでき、スペース的な効率の向上により駐車場のコストを低減できる。さらに、ドアを開閉不可能な状態で車両を駐車すれば、不審者による車内への侵入を防止でき、車両の盗難や車上荒らし等の犯罪が起きるおそれを抑制できる。

[0082] 本例の構成では、磁気マーカ 10 に付設された R F I D タグ 15 のタグ I D を利用し、車両 5 が検出した磁気マーカ 10 の特定を容易にしている。駐車場内の経路を含めて経路の構造を表す地図データ上に磁気マーカ 10 の敷設位置がマッピングされた構成に対して、車両がスタート地点を出発した後の磁気マーカ 10 の通過数等を計数する構成を組み合わせても良い。車両が磁気マーカ 10 を検出したとき、磁気マーカ 10 の通過数がわかっている、地図データにマッピングされた磁気マーカ 10 のうちのいずれの磁気マーカが検出されたかを一意に特定できる。

[0083] 本例では、柱状の磁気マーカ 10 の端面に R F I D タグ 15 を取り付けることで、両者を一体的に構成している。磁気マーカ 10 と R F I D タグ 15 とが一体的に構成されていれば、両者間の位置ずれを未然に抑制できる。これにより、車両 5 が磁気マーカ 10 を検出したとき、R F I D タグ 15 と確実性高く通信できるようになる。さらに、磁気マーカ 10 に対して車両 5 が接近する際、その進入方向によらず同様のタイミングで R F I D タグ 15 と通信可能な状態となる。

[0084] 本例の R F I D タグ 15 付きの磁気マーカ 10 については、施工する際、R F I D タグ 15 と磁気マーカ 10 とを一体的に取扱いできるので施工作業を効率的に実施できる。さらに、敷設の際、柱状の磁気マーカ 10 の長手方向の軸を中心とした回転位置を考慮する必要がないので、施工が容易かつ効率的である。なお、R F I D タグ 15 と磁気マーカ 10 との一体的な構成は、必須の構成ではなく、別体としても良い。

- [0085] 本例では、位置情報提供部の一例として、RFIDタグ15を例示している。位置情報提供部としては、バーコードやコードパターンの印刷、磁気マーカの磁極性の組合せ、など他の構成を採用しても良い。
- [0086] 本例で例示した車両5（図4）に代えて、慣性航法ユニット（IMU：Inertial Measurement Unit）を備える車両を前提としても良い。電子コンパスや加速度センサやジャイロセンサなどを備えるIMUによれば、車両の相対位置の推定に必要な計測値を取得可能である。磁気マーカを通過した後の相対位置を推定できれば、この磁気マーカの敷設位置に基づいて特定された車両位置に相対位置を足し合わせることで、次の磁気マーカを検出するまでの中間的な位置における車両位置の推定が可能になる。この場合には、磁気マーカの配置間隔を広げることが可能になる。
- [0087] 本例の構成では、経路上にRFIDタグ付きの磁気マーカを配置している。これに代えて、回送の起点や、経路の合流・分岐箇所などの特定の箇所にRFIDタグ付きの磁気マーカを配置し、中間的な箇所には、RFIDタグなしの磁気マーカを配置することも良い。RFIDタグが付設された磁気マーカを検出したときには、タグIDを利用してその磁気マーカの敷設位置を取得できる。RFIDタグ付きの磁気マーカ10を通過した後は、この磁気マーカ10の敷設位置を基準位置として、例えば上記のIMUによる計測値に基づく相対位置を加算して車両位置を推定的に特定すると良い。RFIDタグなしの磁気マーカを新たに検出したときには、マーカDB185Mを参照し、推定した車両位置に最も近い敷設位置を探索することで、検出した磁気マーカを特定すると良い。検出した磁気マーカを特定できれば、タグIDを取得できた場合と同様に、磁気マーカの敷設位置に基づいて車両位置を高精度に特定できる。
- [0088] さらに、車両が備える4輪の車輪毎の回転速度あるいは回転量や、ステアリングあるいは操舵輪の操舵角などを利用して車両の姿勢を検知するユニットを、上記のIMUに代えて、あるいは加えて採用することも良い。各車輪の回転速度や回転量等は、各車輪に回転センサ等を取り付けるという比較的

簡素な構成により計測可能である。このように操舵角や車輪毎の回転速度等を利用して車両の姿勢を検知するユニットを採用すれば、車両側のコスト上昇を抑制しながら、車両の相対位置を推定できるようになる。

[0089] また、本例では、車両5の前後2箇所に配置された磁気センサレイ21A・Bが異なる磁気マーカ10を同時に検出できるという構成を利用して、車両の姿勢（方位）を特定している。この構成を採用すれば、車両5側の操舵角の変化等の影響を受けることなく、車両の姿勢を確実性高く特定できる。これに代えて、車両の前後方向の異なる位置の2つ以上の磁気センサレイが、車両の移動に応じて同じ磁気マーカ10を検出したときの横ずれ量の変化によって車両の姿勢を特定しても良い。この構成の場合、磁気マーカ10の敷設態様に制約が生じないため、磁気マーカ10の敷設コストの点で有利である。あるいは、車両側の磁気センサレイを一つとする一方、狭い間隔で2つ以上の磁気マーカ10が配置された敷設箇所を経路中に設けることも良い。この狭い間隔としては、例えば車両の全長以下の1～4 m程度の間隔を設定できる。この場合には、敷設箇所に配置された2つ以上の磁気マーカを通過する際の各磁気マーカに対する横ずれ量の変化によって車両の姿勢を特定できる。この構成の場合、車両の磁気センサレイが1つで済むので、車両側のコストを抑制できる。敷設箇所の2つ以上の磁気マーカについては、経路に沿って配置すると良い。経路の方向に沿って配置した場合、敷設箇所の2つ以上の磁気マーカを結ぶ線に対する車両の姿勢が、そのまま経路の方向に対する車両の姿勢となる。あるいは、敷設箇所において、経路の方向に対して斜行する方向や交差する方向などの所定の方向に沿って2つ以上の磁気マーカを配置しても良い。このような配置であっても、車両の姿勢特定に利用可能である。さらに、敷設箇所に3つ以上の磁気マーカを配置する場合、各磁気マーカを直線的に配置しても良いが、直線的に配置することは必須ではない。例えば3つの磁気マーカの場合であれば、三角形をなす各頂点に当たる位置に磁気マーカを1つずつ配置しても良い。

[0090] 測距レーダやカメラや超音波式の障害物センサなどの車載センサを利用し

、車両が移動する際の安全性を確保することが有効である。

本例では、車両が駐車枠まで移動する自走式の駐車場を例示しているが、立体駐車場であっても良い。タワー式の立体駐車場の場合であれば、車庫入れの際、例えば可動パレットなどの所定の停車位置に車両を停車すれば良い。車両を載せた可動パレットが移動して、車両の駐車動作（車庫入れ）が完了する。

[0091] なお、駐車枠 1 1 1 を選定する際（図 1 1 中のステップ S 1 0 1）、遠隔制御により回送中の他の車両 5 があれば、空きの駐車枠 1 1 1 のうち、他の車両 5 の車庫入れ動作に干渉するおそれが少ない駐車枠 1 1 1 を選定すると良い。さらに、干渉するおそれを干渉度として指標化することも良い。干渉度 I_v は、例えば下記の演算式により駐車枠毎に演算できる。駐車枠の選定に当たっては、干渉度 I_v が最も低くなる駐車枠を選択すると良い。

[0092] [数1]

$$I_v = \sum_{n=1}^m \left(\frac{1}{|T_a - T_n|} \times \alpha_n \right)$$

ここで、 $T_a = T_p + t$

変数は以下の通りである。

T_a : 制御対象の車両が演算対象の駐車枠に到達すると予想される時刻。

T_p : 現在時刻（制御対象の車両についての車両回送処理の開始時刻）。

t : 施設を出発してから演算対象の駐車枠に到達するまでの所要時間。

T_n : 遠隔制御中の他の車両 n が駐車枠に到達すると予想される時刻。

α_n : 他の車両 n が駐車を予定する駐車枠と、演算対象の駐車枠と、の位置関係に応じた干渉係数。

m : 遠隔制御中の他の車両の台数。

n : 自然数。

[0093] なお、式中の干渉係数 α_n については、演算対象の駐車枠と、他の車両 n が予定する駐車枠と、の位置関係に応じた値となる。演算対象の駐車枠が、他の車両 n が予定する駐車枠と同じ島内経路 1 3 5 A に面しているかどうか

、同じ島内経路 1 3 5 A に面している場合であれば、手前側に位置するか奥側に位置するかに応じて、干渉係数 α_n の値が異なる。例えば、演算対象の駐車枠が、他の車両 n が予定する駐車枠と同じ島内経路 1 3 5 A に面している場合では、他の車両が予定する駐車枠に対して、演算対象の駐車枠が奥側に位置していれば $\alpha_n = 1$ 、手前側に位置していれば $\alpha_n = 0$ 、5 とすると良い。また、例えば、演算対象の駐車枠が、他の車両 n が予定する駐車枠と異なる島内経路 1 3 5 A に面している場合、 $\alpha_n = 0$ 、1 とすると良い。

[0094] 本例では、RFID タグ 1 5 のタグ ID を紐付けて磁気マーカ 1 0 の敷設位置が管理されるマーカ DB 1 8 5 M を制御サーバ装置 1 8 側に設けた構成を例示したが、各車両 5 がマーカ DB を備えている構成であっても良い。各車両 5 がマーカ DB を備える構成であれば、制御サーバ装置 1 8 からの情報に依存することなく各車両 5 が車両位置を特定できる。加えて自動走行のための機能を各車両 5 が備えていれば、制御サーバ装置 1 8 からの制御に依存することなく自律走行できる。このように各車両 5 が自律走行が可能な構成の場合についても、各車両 5 が車両位置を制御サーバ装置 1 8 に送信するように構成すると良い。この場合には、制御サーバ装置 1 8 側で各車両 5 の車両位置の管理が可能となる。なお、車両が自律走行する場合であっても、駐車枠及び回送経路の選定については制御サーバ装置に問い合わせると良い。

[0095] 例えば施設 1 9 などの建物の壁面に、預入駐車枠 1 1 3 を俯瞰する撮像カメラを設置することも良い。位置と俯瞰角度が固定された撮像カメラの撮像画像に基づけば、預入駐車枠 1 1 3 に停車した車両については、車両位置や姿勢を精度高く特定できる。

[0096] 本例では、磁気マーカ 1 0 の上面に、シート状の RFID タグ 1 5 を取り付けた構成を例示しているが、磁気マーカ 1 0 と RFID タグ 1 5 とが一体をなしている構成は必須ではない。磁気マーカ 1 0 と RFID タグ 1 5 とが同じ位置に配置されていれば良く、磁気マーカ 1 0 の鉛直方向上方、あるいは下方に RFID タグ 1 5 が配置されていても良い。

[0097] 以上、実施例のごとく本発明の具体例を詳細に説明したが、これらの具体例は、特許請求の範囲に包含される技術の一例を開示しているにすぎない。言うまでもなく、具体例の構成や数値等によって、特許請求の範囲が限定的に解釈されるべきではない。特許請求の範囲は、公知技術や当業者の知識等を利用して前記具体例を多様に変形、変更あるいは適宜組み合わせた技術を包含している。

符号の説明

- [0098] 1 自動駐車システム
- 1 0 磁気マーカ
 - 1 0 1 誘導マーカ
 - 1 1 0 駐車場
 - 1 1 1 駐車枠
 - 1 1 3 預入停車枠
 - 1 1 5 引渡停車枠
 - 1 3 1、1 3 3 移動経路
 - 1 3 5 場内経路
 - 1 3 5 A 島内経路
 - 1 3 5 B 横断経路
 - 1 3 7 誘導ライン
 - 1 3 9 車庫入れ軌跡
 - 1 5 R F I D タグ（無線タグ、位置情報提供部）
 - 1 8 制御サーバ装置（位置特定部、駐車枠選定部）
 - 1 8 5 記憶装置（記憶媒体）
 - 1 8 5 M マーカデータベース（マーカ D B）
 - 1 8 5 V 車両データベース（車両 D B）
 - 1 8 5 T 地図データベース（地図 D B）
 - 2 1 磁気センサアレイ（磁気検出部）
 - 2 1 2 検出処理回路

3 2 制御ユニット

3 4 タグリーダユニット

5 車両

6 1 車両 ECU