

(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2017-168000

(P2017-168000A)

(43) 公開日 平成29年9月21日 (2017.9.21)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)
 G 0 5 D 1/02 (2006.01) G 0 5 D 1/02 H 5 H 3 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2016-54648 (P2016-54648)
 (22) 出願日 平成28年3月18日 (2016.3.18)

(71) 出願人 000005108
 株式会社日立製作所
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
 (74) 代理人 100098660
 弁理士 戸田 裕二
 (72) 発明者 飯村 太紀
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株
 式会社 日立製作所内
 (72) 発明者 山本 健次郎
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株
 式会社 日立製作所内
 (72) 発明者 秋元 英樹
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株
 式会社 日立製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 自律移動装置

(57) 【要約】

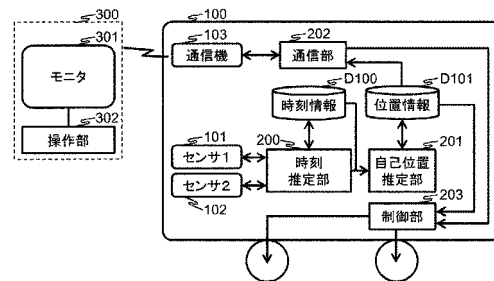
【課題】併用するセンサの情報検出時刻が不規則に変動した時間に発生する移動体の変動による自己位置の誤差増大を低減する。

【解決手段】本発明は、移動体に備える複数台のセンサのそれぞれに関する情報検出命令送信時刻と検出情報受信時刻との差分のばらつき、または、前記センサ間の情報検出時刻の差分のばらつきを推定する時刻推定部と、前記時刻推定部で推定した前記時間のばらつき、及び前記センサの検出情報に基づき、前記移動体の自己位置を推定する自己位置推定部と、を有することを特徴とする。

。

【選択図】 図1

図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

移動体に備える複数台のセンサのそれぞれに関する情報検出命令送信時刻と検出情報受信時刻との差分のばらつき、または、前記センサ間の情報検出時刻の差分のばらつきを推定する時刻推定部と、

前記時刻推定部で推定した前記時間のばらつき、及び前記センサの検出情報に基づき、前記移動体の自己位置を推定する自己位置推定部と、

前記自己位置推定部で推定した自己位置を、前記移動体に備える前記通信機を介して前記操作システムに送信し、前記操作システムにおいて入力された操作値を、前記通信機を介して受信する第 1 の通信部と、

前記操作システムにおいて前記移動体の移動速度の上限値、及び移動方向を設定し、設定した操作値を、前記通信機を介して前記通信部に送信する第 2 の通信部と、

前記自己位置推定部で推定した自己位置、及び前記通信部で設定した操作値に基づいて前記移動体の移動速度、及び移動方向を決定し、前記移動体の移動を制御する制御部と、を有することを特徴とする自律移動装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 において、

前記時刻推定部は、

前記センサそれぞれに関して、情報検出命令を送信してから情報検出を実施するまでの時間の最小値、または、情報検出を実施してから検出情報を受信するまでの時間の最小値が分かっている場合に、

情報検出命令送信時刻と検出情報受信時刻の差分から前記時間の最小値を引いた時間のばらつきを推定することを特徴とする自律移動装置。

20

【請求項 3】

請求項 2 において、

前記時刻推定部は、

前記時間のばらつきが正規分布に従う場合に、前記時間のばらつきの平均と分散を推定することを特徴とする自律移動装置。

【請求項 4】

請求項 1 において、

前記自己位置推定部は、

前記時刻推定部で推定した前記時間のばらつき、過去に推定した自己位置、及び前記センサの検出情報に基づいて、任意時刻での自己位置を推定し、

同時に、過去に推定した自己位置、及び前記センサの検出情報のみに基づいて、任意時刻での自己位置を推定することを特徴とする自律移動装置。

30

【請求項 5】

請求項 4 において、

前記自己位置推定部は、

前記自己位置が正規分布に従う場合に、前記自己位置の平均と分散を推定することを特徴とする自律移動装置。

40

【請求項 6】

請求項 1 において、

前記制御部は、

前記自己位置推定部で推定した前記自己位置の確率分布の母数のうち、併用する前記センサの情報検出時刻が不規則に変動した時間に発生する移動体の変動による自己位置の誤差増大に応じて増大する母数に基づいて、前記移動速度を制御することを特徴とする自律移動装置。

【請求項 7】

請求項 6 において、

前記制御部は、

50

前記自己位置が正規分布に従う場合に、前記時間のばらつきを考慮して推定した自己位置の分散に基づいて、前記移動速度を制御することを特徴とする自律移動装置。

【請求項 8】

請求項 6 において、
前記制御部は、

前記自己位置が正規分布に従う場合に、前記時間のばらつきを考慮して推定した自己位置の分散、及び前記時間のばらつきを考慮せずに推定した自己位置の分散に基づいて、前記移動速度を制御することを特徴とする自律移動装置。

【請求項 9】

請求項 8 において、
前記制御部は、

前記自己位置が正規分布に従う場合に、前記時間のばらつきを考慮して推定した自己位置の分散、及び前記時間のばらつきを考慮せずに推定した自己位置の分散との差分に基づいて、前記移動速度を制御することを特徴とする自律移動装置。

【請求項 10】

請求項 9 において、
前記制御部は、

前記自己位置が正規分布に従う場合に、過去に算出した前記時間のばらつきを考慮して推定した自己位置の分散と、前記時間のばらつきを考慮せずに推定した自己位置の分散との差分と、現在の前記分散の差分と、の差分に基づいて、前記移動速度を制御することを特徴とする自律移動装置。

【請求項 11】

請求項 6 において、
前記制御部は、

前記操作部で移動速度の上限値が変更された場合に、当該処理により設定した移動速度が前記移動速度の上限値を超える場合は、当該処理により設定した移動速度を前記移動速度の上限値に設定することを特徴とする自律移動装置。

【請求項 12】

請求項 1 において、
前記制御部は、

前記操作システムで移動方向が設定された場合に、前記移動体の移動方向を前記設定された移動方向に設定することを特徴とする自律移動装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、自己位置推定用のセンサを複数台搭載した移動体の、自律移動に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、ロボットや自動車などの移動体に、衛星信号を利用し移動体の絶対位置を推定する衛星測位用センサや、移動体の移動量を検出し加算することで移動体の相対位置を推定するオドメトリ用センサや、走行環境周辺の特徴的な形状や点を検出し地図と比較することにより移動体の絶対位置を推定するマップマッチング用センサを併用することにより、移動体の自己位置を高精度に推定しながら自律移動する装置が種々提案されている。

【0003】

例えば、下記特許文献 1（特開 2014 - 115247）は、車両の外界を撮像して画像情報を出力する撮像装置と、前記車両の位置を示す位置情報を取得する位置情報取得手段と、前記位置情報取得手段によって取得された前記位置情報を前記撮像装置によって撮像された前記画像情報に基づいて補正する位置情報補正手段と、を備え、前記画像情報に画像処理を行い、前記車両の位置の情報を取得する画像位置情報取得手段を備え、前記位置情報取得手段は、逐次取得した前記位置情報を記憶する位置情報記憶手段を備え、前記

10

20

30

40

50

位置情報補正手段は、前記位置情報記憶手段に記憶された複数の前記位置情報に基づき、前記画像情報の撮像タイミングに対応する前記位置情報と最新の前記位置情報との移動変位を演算し、該移動変位と前記画像位置情報取得手段によって取得された前記位置の情報とに基づき、最新の前記位置情報を補正することを特徴としている。また、前記車両のヨーレートを検出するヨーレートセンサと、前記車両の車輪回転速を検出する車輪速センサと、を備え、前記位置情報取得手段は、前記ヨーレートセンサおよび前記車輪速センサの検出結果に基づいて前記位置情報を取得することを特徴としている。さらに、前記位置情報記憶手段は、前記位置情報を、該位置情報の取得時刻とともに記憶することを特徴としている。

【0004】

当文献によれば、画像情報と位置情報とが非同期であっても、画像情報と位置情報との間のタイミングの差異に起因する誤差を最小にすることができ、最新の位置情報を精度良く補正することができる、としている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2014-115247号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

移動体の自己位置を推定する手法として、通常は計測周期の早いオドメトリ用センサで自己位置推定し、衛星測位またはマップマッチングが可能な環境にいるときは、衛星測位用センサやマップマッチング用センサを定期的に併用し、オドメトリによって蓄積した位置誤差を低減する手法があり、高精度な自己位置推定を実施できる。しかし、衛星測位やマップマッチングは、天候が悪い場合や走行環境周辺に特徴的な形状や点が存在しない場合などに、精度悪化や自己位置推定できないことがあり、さらに、オドメトリによって蓄積した位置誤差が大きい場合は、衛星測位やマップマッチングで蓄積誤差を正しく低減できないことがあるため、常に実施可能なオドメトリの精度を向上する必要がある。

【0007】

これに対して特許文献1の車両位置推定装置およびセンサ情報統合装置は、位置情報取得手段によって逐次取得した位置情報を、撮像装置によって撮像された画像情報に基づいて補正するとき、画像情報の撮像時刻の位置情報を補正し、さらに、撮像時刻から現在時刻までの時間に車両が移動した移動量を前記位置情報取得手段で算出し、前記補正した位置情報に前記移動量を加算することにより、現在時刻の位置情報を精度よく算出することができる。

【0008】

しかし、位置情報取得手段の位置情報検出時刻と撮像装置の撮像時刻にズレがある場合は、ズレた時間に発生する位置の変動量がそのまま位置誤差となり、補正をした回数だけ誤差が蓄積する。例えば、凹凸のある不整地を移動する場合は、振動により短時間で位置が大きく変動するため、1回の補正で発生する位置誤差の蓄積量は大きい。

【0009】

また、情報検出時刻のズレは、各々のセンサへの情報検出命令の送信および検出情報の受信にかかる時間の不規則な揺らぎ（ジッター）や、各々のセンサ内部のデジタル処理にかかる時間の不規則な揺らぎなどが原因となって発生するため、外部トリガーなどを利用して、併用するセンサの情報検出時刻を一致させることは困難である。さらに、このことから、実際の検出時刻を正確に知ることも困難である。

【0010】

このように、衛星測位やマップマッチングが可能な環境に入った時、再び衛星測位やマップマッチングによる絶対位置の修正ができるよう、任意の走行環境で、オドメトリにより発生する位置誤差ができるだけ蓄積しないようにすることが課題となっている。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 1 】

本発明は、複数台の自己位置推定用センサを搭載する移動体において前記課題を解決する自律移動装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 2 】

上記課題を解決するために、代表的な本発明の自律移動装置等の1つは、自己位置推定のための複数台のセンサと、通信機と、を備える自律移動装置および移動体および操作システムであって、移動体に備える複数台の前記センサのそれぞれに関する情報検出命令送信時刻と検出情報受信時刻の差分のばらつき、または、前記センサ間の情報検出時刻の差分のばらつきを推定する時刻推定部と、前記時刻推定部で推定した前記時間のばらつきと、前記センサの検出情報に基づき、前記移動体の自己位置を推定する自己位置推定部と、前記自己位置推定部で推定した自己位置を、前記移動体に備える前記通信機を介して前記操作システムに送信し、操作システムにおいて入力された操作値を、前記通信機を介して受信する通信部と、前記操作システムにおいて前記移動体の移動速度の上限値と移動方向を設定し、設定した操作値を、前記通信機を介して前記通信部に送信する通信部と、前記自己位置推定部で推定した自己位置と、前記通信部で設定した操作値と、に基づいて前記移動体の移動速度と移動方向を決定し、移動体の移動を制御する制御部と、を有することで、併用するセンサの情報検出時刻が不規則に変動した時間に発生する移動体の変動による自己位置の誤差増大を低減するものである。

10

【発明の効果】

20

【 0 0 1 3 】

上記態様の自律移動装置によれば、併用するセンサの情報検出時刻が不規則に変動した時間に発生する移動体の変動による自己位置の誤差増大を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 4 】

【図1】実施例1の形態による移動体と操作システムの構成を示すブロック図である。

【図2】実施例1の形態による時刻推定部のフローチャートである。

【図3】実施例1の形態による時刻推定部と自己位置推定部の詳細を表している。

【図4】実施例1の形態による自己位置推定部のフローチャートである。

【図5】実施例1の形態によるモニタの詳細を表している。

30

【図6】実施例1の形態による制御部のフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 5 】

以下、図面を用いて実施例を説明する。

【実施例1】

【 0 0 1 6 】

本実施例では、自己位置推定用のセンサを複数台搭載した自動車やロボットなどの移動体において、本発明の自律移動装置により、センサの情報検出時刻のズレを考慮した自己位置推定と制御を実施する。

【 0 0 1 7 】

40

図1は、本実施例による移動体100と操作システム300の構成を示している。移動体100は、自己位置推定用のセンサ101と自己位置推定用のセンサ102、通信機103を搭載し、時刻推定部200と、自己位置推定部201と、通信部202と、制御部203で構成される。操作システム300は、モニタ301と操作部302で構成される。

【 0 0 1 8 】

センサ1(101)とセンサ2(102)は、自己位置推定を実施するためのセンサであり、両センサは同じセンサでも異なるセンサでもよい。自己位置推定を実施するためのセンサとしては、例えば、ホイールオドメトリを実施するためのロータリエンコーダや、ジャイロオドメトリを実施するためのジャイロスコープや加速度センサやこれらを組み合

50

わせた慣性計測装置や、ビジュアルオドメトリを実施するための単眼カメラや複眼カメラや距離画像カメラやレーザ距離センサがある。ロータリエンコーダを用いた場合、処理負荷を低減できるが、車輪のスリップや振動などが原因となり低精度である。ジャイロ스코ープと加速度センサ、または慣性計測装置を用いた場合も処理負荷を低減できるが、熱や振動などによるドリフトのため、時間経過に応じて精度が悪化する。単眼カメラを用いた場合は、処理負荷を低減できるが、単眼カメラ単体では2次元の位置と方向角のみ推定可能である。複眼カメラを用いた場合は、ステレオ視などの複眼視を実施するため処理負荷が大きい。複眼カメラ単体で3次元の位置と3軸の姿勢を推定可能である。レーザ距離センサを用いた場合も3次元の位置と3軸の姿勢を推定可能であるが、検出する情報量が多いため処理負荷が大きく、かつ、周囲環境に特徴的な形状が存在しない場合は誤った自己位置を推定することがある。以上のセンサは、逐次移動量を推定し、推定した移動量を前回推定した自己位置に加算することで現在の自己位置を推定するオドメトリを実施可能なセンサとして代表的なものであり、他に自己位置推定を実施可能なセンサがあれば、その限りではない。

10

20

30

40

50

【0019】

時刻推定部200は、センサ1(101)、センサ2(102)のそれぞれに情報検出命令を送信し、それぞれのセンサから検出情報を受信し、前記情報検出命令を送信したときの送信時刻と、前記検出情報を受信したときの受信時刻と、時刻情報D100に格納された時系列情報をもとに、それぞれのセンサについての送信時刻と受信時刻の差のばらつき、またはセンサ間の検出時刻の差のばらつきを確率分布として推定する。推定した時刻の確率分布は、時刻情報D100に時系列情報として格納する。

【0020】

自己位置推定部201は、センサ1(101)とセンサ2(102)のそれぞれで検出した情報と、時刻推定部200で推定した時刻情報D100に格納した前記時刻の確率分布と、位置情報D101に格納された時系列情報をもとに、計算したい時刻における移動体100の自己位置を推定する。推定した移動体100の自己位置は、位置情報D101に時系列情報として格納する。

【0021】

通信部202は、通信機103を介して位置情報D101に格納された移動体100の自己位置を操作システム300に送信し、通信機103を介して操作システム300にある操作部302で操作された操作値を受信し、制御部203に操作値を送信する。

【0022】

モニタ301は、通信部202より通信機103を介して位置情報D101に格納された移動体100の自己位置を受信し、前記自己位置と、移動体100の移動速度の上限値と、移動体100の移動速度を表示する。

【0023】

操作部302は、移動体100の移動速度の上限値と移動方向を設定するデバイスを搭載し、前記デバイスの入力値を前記移動速度の上限値と移動方向の操作値として通信機103を介して通信部202に送信する。

【0024】

制御部203は、操作部302の操作値と、位置情報D101に格納された移動体100の自己位置をもとに、移動体100の移動速度と移動方向を決定し、移動体100の移動を制御する。

【0025】

図2は、時刻推定部200のフローチャートを表している。また、図3は、時刻推定部200と自己位置推定部201の詳細を表している。

【0026】

処理S100は、センサ1(101)またはセンサ2(102)に、情報検出命令を送信し、前記送信時刻P101を記録する。外部トリガーを搭載する場合は、外部トリガーの信号を受信したタイミングで、センサ1(101)とセンサ2(102)に同時に情報

検出命令を送信し、前記送信時刻 P 1 0 1 を記録する。

【 0 0 2 7 】

処理 S 1 0 1 は、センサ 1 (1 0 1) またはセンサ 2 (1 0 2) の検出情報を受信し、前記受信時刻 P 1 0 2 を記録する。

【 0 0 2 8 】

センサ 1 (1 0 1) とセンサ 2 (1 0 2) のそれぞれの情報検出は、時刻推定部 2 0 0 が情報検出命令を送信してから検出情報を受信するまでの時間を実施されるため、それぞれの情報検出時刻 P 1 0 0 は、それぞれの前記送信時刻 P 1 0 1 と前記受信時刻 P 1 0 2 の間に存在する。

【 0 0 2 9 】

処理 S 1 0 2 は、前記送信時刻 P 1 0 0 と、前記受信時刻 P 1 0 1 と、過去に時刻情報 D 1 0 0 に格納された送信時刻と受信時刻の差分の確率分布をもとに、センサ 1 (1 0 1) とセンサ 2 (1 0 2) のそれぞれの送信時刻と受信時刻の差分の確率分布 P 1 0 3 を推定し、推定した前記確率分布 P 1 0 3 を時刻情報 D 1 0 0 に格納する。または、前記送信時刻 P 1 0 0 と、前記受信時刻 P 1 0 1 と、過去に時刻情報 D 1 0 0 に格納されたセンサ間の検出時刻平均の差分の確率分布をもとに、センサ間の検出時刻平均の差分の確率分布 P 1 0 4 を推定し、推定した前記確率分布 P 1 0 4 を時刻情報 D 1 0 0 に格納する。または、時刻推定部 2 0 0 からセンサ 1 (1 0 1) またはセンサ 2 (1 0 2) に情報検出命令を送信してからセンサで情報検出が実施されるまでの時間の最小値や、情報検出が実施されてから時刻推定部 2 0 0 が検出情報を受信するまでの時間の最小値が分かっている場合は、前記送信時刻 P 1 0 0 と、前記受信時刻 P 1 0 1 と、過去に時刻情報 D 1 0 0 に格納された送信時刻と受信時刻の差分から前記時間の最小値を引いた値の確率分布をもとに、センサ 1 (1 0 1) とセンサ 2 (1 0 2) のそれぞれの送信時刻と受信時刻の差分から前記時間の最小値を引いた値の確率分布 P 1 0 3 を推定し、推定した前記確率分布 P 1 0 3 を時刻情報 D 1 0 0 に格納する。例えば、センサ 1 (1 0 1) について、前記送信時刻 P 1 0 1 が t_1 、前記受信時刻 P 1 0 2 が t_2 、情報検出命令を送信してから情報検出が実施されるまでの時間の最小値が $T_{1\min}$ 、情報検出が実施されてから検出情報を受信するまでの時間の最小値が $T_{2\min}$ 、時刻情報 D 1 0 0 に格納された確率分布が P、確率分布の確率変数（送信時刻と受信時刻の差分から前記時間の最小値を引いた時間）の過去の実現値が t 、確率分布 P の母数が μ であったとき、時刻差分 $t_2 - t_1$ と前記時間の最小値 $T_{1\min}$ と $T_{2\min}$ と前記過去の実現値 t と前記母数 μ をもとに、前記母数 μ を推定しなおすことで前記確率分布 $P(t; \mu)$ を推定できる。この場合、センサ 1 (1 0 1) の検出時刻は、推定した前記確率分布 $P(t; \mu)$ と前記時刻 t_1 と前記時間の最小値 $T_{1\min}$ をもとに確率分布として推定できる。

【 0 0 3 0 】

図 4 は、自己位置推定部 2 0 1 のフローチャートを表している。処理 S 2 0 0 は、過去に位置情報 D 1 0 1 に格納された移動体 1 0 0 の自己位置 D 1 0 2 と、時刻推定部 2 0 0 で推定した前記確率分布 P 1 0 3 または前記確率分布 P 1 0 4 をもとに、計算したい時刻 P 1 0 5 での移動体 1 0 0 の自己位置の確率分布を推定し、推定した前記自己位置を位置情報 D 1 0 1 に格納する。例えば、前記自己位置が正規分布に従う場合は、計算したい時刻 P 1 0 5 での前記自己位置の平均と分散を、センサ 1 (1 0 1) とセンサ 2 (1 0 2) のそれぞれのセンサの検出情報と前記確率分布 P 1 0 3 をもとに推定し、さらに、それぞれのセンサで推定した前記自己位置の平均と分散をもとに、前記自己位置の平均と分散を推定しなおす。または、計算したい時刻 P 1 0 5 を、センサ 1 (1 0 1) の検出時刻 P 1 0 0 の平均として設定し、センサ 2 (1 0 2) の検出情報とセンサ 2 の検出時刻の平均をもとに前記自己位置の平均と分散を推定し、さらに、前記推定した自己位置の平均および分散と、前記確率分布 P 1 0 4 とセンサ 1 (1 0 1) の検出情報をもとに、前記自己位置の平均と分散を推定しなおす。当該処理 S 2 0 0 により、移動体 1 0 0 の自己位置は、センサ 1 (1 0 1) とセンサ 2 (1 0 2) のそれぞれの検出時刻が不規則に変動する時間に発生する移動体 1 0 0 の変動量（移動量）を、前記自己位置の分散として数値的に評価す

10

20

30

40

50

ることができる。すなわち、前記変動量が大きいほど前記分散は大きく評価される。

【0031】

処理S201は、センサ1(101)とセンサ2(102)で発生する検出時刻の不規則な変動を考慮せずに、過去に位置情報D101に格納された移動体100の自己位置D103をもとに、計算したい時刻P105での前記自己位置の確率分布を推定し、推定した前記自己位置を位置情報D101に格納する。例えば、前記自己位置が正規分布に従う場合は、計算したい時刻P105での前記自己位置の平均と分散を、センサ1(101)とセンサ2(102)の検出情報をもとに推定する。すなわち、センサ1(101)の検出情報をもとに検出時刻の平均P100での自己位置の平均と分散を推定し、同様に、センサ2(102)の検出情報をもとに検出時刻の平均での自己位置の平均と分散を推定し、それぞれのセンサを用いて推定した複数の前記自己位置をもとに、計算したい時刻P105での自己位置を補間することで自己位置の平均と分散を推定する。当該処理S201では、移動体100の自己位置は、センサ1(101)とセンサ2(102)のそれぞれの検出時刻が不規則に変動する時間に発生する移動体100の変動量(移動量)を、前記自己位置の分散として数値的に評価しない。すなわち、前記変動量が大きくなっても前記分散は変わらない。

10

【0032】

図5は、モニタ301の詳細を表している。モニタ301は、移動体100の自己位置の平均P200と、自己位置の分散またはその低数倍の値P201と、周囲の地図P202が表示されている。さらに、移動体100の移動速度の上限値P203と、移動速度P204と、位置の数値P205と、モードP206が表示されている。

20

【0033】

移動速度の上限値P203は、操作部302でいつでも変更できるようになっている。

【0034】

位置の数値P205は、地理座標系またはカーテシアン座標系で表現される。地理座標系とカーテシアン座標系は相互変換可能であり、前記座標系の表現は、操作部302でいつでも切り替えられるようになっている。

【0035】

モードP206は、現在の移動体100が、自律移動しているか、または、手動で移動しているかを表しており、操作部302でいつでも切り替えられるようになっている。

30

【0036】

図6は、制御部203のフローチャートを表している。処理S300は、位置情報D101に格納された自己位置推定部201の処理S200で推定した移動体100の自己位置の確率分布と、自己位置推定部201の処理S201で推定した移動体100の自己位置の確率分布をもとに、移動体100の移動速度を決定するための速度決定指標を算出する。速度決定指標は、センサ1(101)とセンサ2(102)のそれぞれの検出時刻が不規則に変動する時間に発生する移動体100の変動量(移動量)が大きいほど、当該数値が大きくなるような指標である。例えば、移動体100の自己位置が正規分布に従う場合、処理S200で推定した前記自己位置の分散を速度決定指標として設定することで、前記変動量が大きさを速度決定指標で表現できる。ただし、処理S200で推定した前記自己位置の分散には、センサ1(101)およびセンサ2(102)の計測精度や分解能に由来する分散も含まれる。そこで、処理S200で推定した自己位置の分散の平方根(標準偏差)と、処理S201で推定した自己位置の分散の平方根(標準偏差)の差分を算出することで、センサの計測精度や分解能に由来せず、前記変動量のみ由来する分散を表現でき、前記標準偏差の差分を速度決定指標として設定することで、以降の処理では、センサ1(101)とセンサ2(102)のそれぞれの検出時刻が不規則に変動する時間に発生する移動体100の変動(移動)によって蓄積する自己位置の誤差が一定値を超えないような速度制御をより正確に実施できる。さらに、過去に算出した前記標準偏差の差分と現在の前記差分との差分を速度決定指標として設定することで、以降の処理では、前記自己位置の誤差の増大を抑える速度制御をより正確に実施できる。

40

50

【0037】

条件S301では、処理S300で算出した速度決定指標が閾値 T_v よりも大きい場合は処理S302に移動し、前記速度決定指標が前記閾値 T_v 以下である場合は処理S303に移動する。前記閾値 T_v は予め設定されており、さらに、操作部302で逐次変更できるようにすることで、走行状況に応じた速度制御を実施することができる。また、前記処理S300で、過去に算出した前記標準偏差の差分と現在の前記差分との差分を速度決定指標として設定した場合、前記閾値 T_v を0と設定することで、以降の処理では、センサ1(101)とセンサ2(102)のそれぞれの検出時刻が不規則に変動する時間に発生する移動体100の変動(移動)によって蓄積する自己位置の誤差の増大量の平均を0にすることができ、安定した速度制御を実施できる。

10

【0038】

処理S302は、前記速度決定指標が前記閾値 T_v よりも大きい場合に、移動体100の移動速度の絶対値が小さくなるように減速する。このとき、減速前と減速後の前記移動速度の符号が反転しないように減速する。また、減速前の前記移動速度が0である場合は減速を実施しない。

【0039】

処理S303は、前記速度決定指標が前記閾値 T_v 以下である場合に、移動体100の移動速度の絶対値が大きくなるように加速する。

【0040】

条件S304では、処理S302または処理S303で設定した移動体100の移動速度の絶対値が、前記移動速度の上限値 V_{max} よりも大きい場合は処理S305に移動し、前記移動速度の絶対値が前記移動速度の上限値 V_{max} 以下となる場合は条件S306に移動する。前記移動速度の上限値 V_{max} は予め設定されており、操作部302で前記移動速度の上限値 V_{max} が変更された場合は、前記変更された移動速度の上限値 V_{max} を用いる。

20

【0041】

処理S305は、処理S302または処理S303で設定した移動体100の移動速度の絶対値が前記移動速度の上限値 V_{max} よりも大きい場合に、前記移動速度を前記移動速度の上限値 V_{max} に設定する。

【0042】

条件S306では、操作部302で移動体100の移動方向の操作が実施された場合は処理S307に移動し、前記操作が実施されていない場合は処理S308に移動する。

30

【0043】

処理S307は、操作部302で移動体100の移動方向の操作が実施された場合に、前記操作により入力された値をもとに移動体100の移動方向を決定する。

【0044】

処理S308は、操作部302で移動体100の移動方向の操作が実施されなかった場合に、移動情報D101に格納された移動体100の自己位置の確率分布と、当該処理の以前に設定した移動体100の移動速度をもとに、移動体100の移動方向を決定する。また、障害物や路面の凹凸を検出するセンサを移動体100に搭載することで、周囲の障害物や路面の凹凸の高さや大きさや性質に応じて安全な移動経路を設計でき、設計した移動経路にもとづいて安全な移動方向を決定することができる。

40

【0045】

処理S309は、当該処理の以前に決定した移動体100の移動速度と移動方向をもとに制御値を算出し、算出した前記制御値を移動体100の駆動部に入力し、移動体100の移動を制御する。

【0046】

以上のような構成により、本発明の自律移動装置は、併用するセンサの情報検出時刻が不規則に変動した時間に発生する移動体の変動(移動)による自己位置の誤差増大を、速度制御によって低減することができる。

50

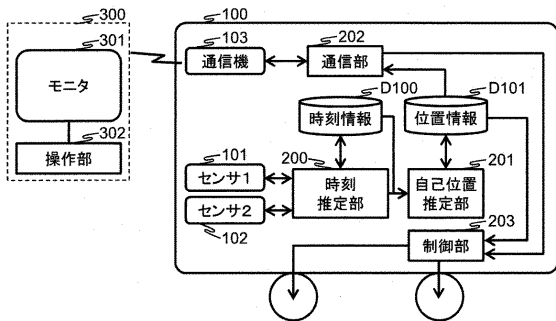
【符号の説明】

【0047】

- 100 移動体
- 101 センサ1
- 102 センサ2
- 103 通信機
- 200 時刻推定部
- 201 自己位置推定部
- 202 通信部
- 203 制御部
- 300 操作システム
- 301 モニタ
- 302 操作部
- D100 時刻情報
- D101 位置情報

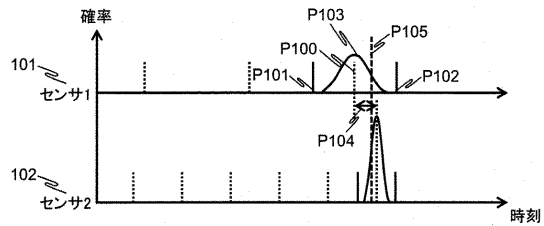
【図1】

図1



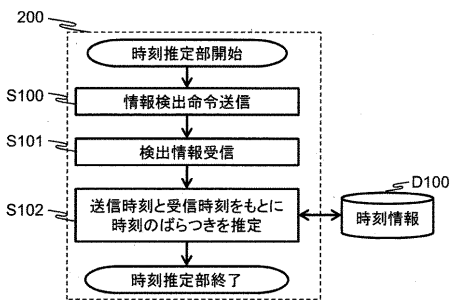
【図3】

図3



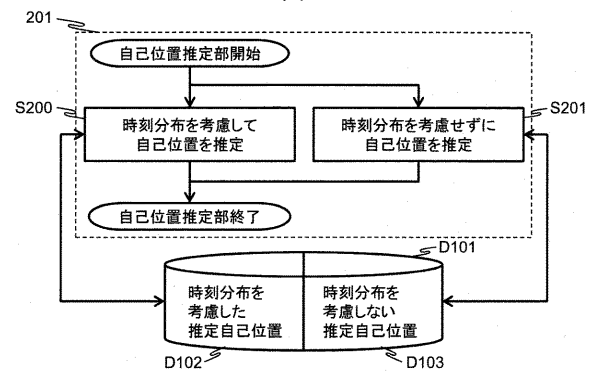
【図2】

図2

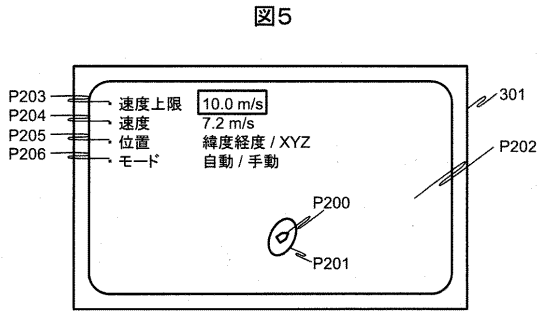


【図4】

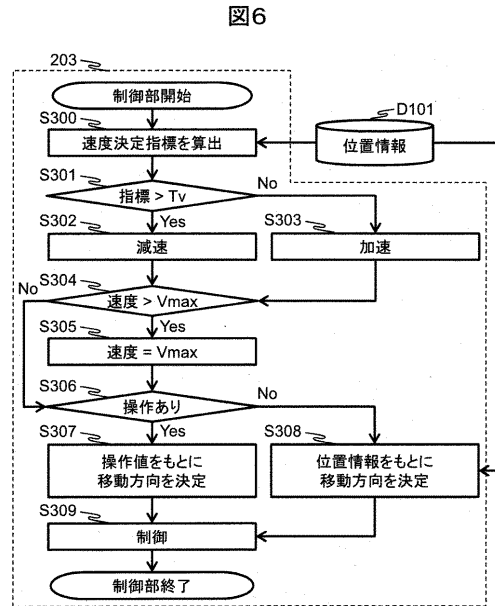
図4



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5H301 AA01 BB14 CC03 CC06 CC10 DD06 DD15 GG08 GG09 GG12
GG17