

(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2021-81758
(P2021-81758A)

(43) 公開日 令和3年5月27日 (2021.5.27)

(51) Int. Cl. F 1 テーマコード (参考)
G 0 5 D 1 / 0 2 (2020.01) G 0 5 D 1 / 0 2 H 5 H 3 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 17 O L (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2018-47918 (P2018-47918)
(22) 出願日 平成30年3月15日 (2018.3.15)

(71) 出願人 000002185
ソニーグループ株式会社
東京都港区港南1丁目7番1号
(74) 代理人 100095957
弁理士 亀谷 美明
(74) 代理人 100096389
弁理士 金本 哲男
(74) 代理人 100101557
弁理士 萩原 康司
(74) 代理人 100128587
弁理士 松本 一騎
(72) 発明者 前田 啓輔
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内

最終頁に続く

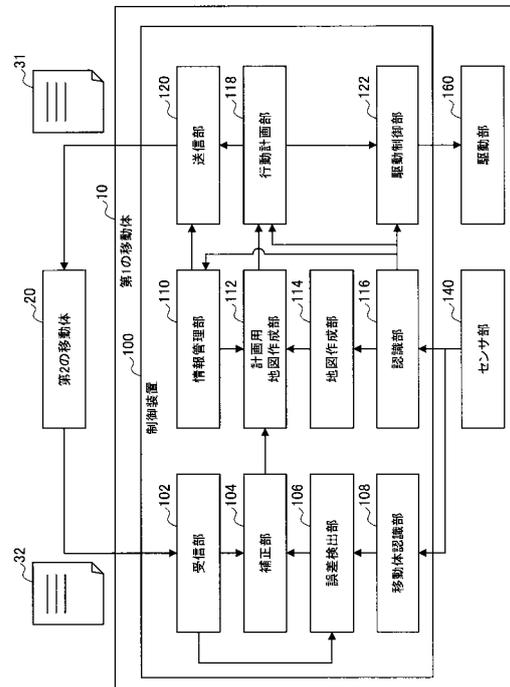
(54) 【発明の名称】 制御装置、制御方法及びプログラム

(57) 【要約】

【課題】 行動計画を共有する複数の移動体において、より円滑な協調行動画を実行させる。

【解決手段】 第2の移動体の行動計画を用いて、外界の地図から第1の移動体の行動計画を生成するための行動計画用地図を作成する計画用地図作成部と、前記第2の移動体の行動計画と、前記第2の移動体の行動の観測結果との誤差を検出する誤差検出部と、を備え、前記計画用地図作成部は、検出された前記誤差を用いて、前記行動計画用地図を更新する、制御装置。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

第 2 の移動体の行動計画を用いて、外界の地図から第 1 の移動体の行動計画を生成するための行動計画用地図を作成する計画用地図作成部と、

前記第 2 の移動体の行動計画と、前記第 2 の移動体の行動の観測結果との誤差を検出する誤差検出部と、

を備え、

前記計画用地図作成部は、検出された前記誤差を用いて、前記行動計画用地図を更新する、制御装置。

【請求項 2】

前記行動計画用地図に基づいて、前記第 1 の移動体の行動計画を生成する行動計画部をさらに備える、請求項 1 に記載の制御装置。

【請求項 3】

前記行動計画部は、前記行動計画用地図が更新された場合、前記第 1 の移動体の行動計画を更新する、請求項 2 に記載の制御装置。

【請求項 4】

前記誤差検出部にて検出された前記誤差を縮小する補正を行う補正部をさらに備え、

前記計画用地図作成部は、前記補正を施した前記第 2 の移動体の行動計画を用いて、前記行動計画用地図を更新する、請求項 1 に記載の制御装置。

【請求項 5】

前記計画用地図作成部は、前記第 2 の移動体の行動の観測結果に基づいて予測された前記第 2 の移動体の行動計画を用いて、前記行動計画用地図を更新する、請求項 1 に記載の制御装置。

【請求項 6】

前記計画用地図作成部は、前記第 1 の移動体の機体情報をさらに用いて、前記行動計画用地図を作成する、請求項 1 に記載の制御装置。

【請求項 7】

前記第 2 の移動体の行動計画を受信する受信部をさらに備える、請求項 1 に記載の制御装置。

【請求項 8】

前記第 1 の移動体の機体情報を管理する情報管理部をさらに備え、

前記受信部は、前記第 1 の移動体の行動計画と、前記第 1 の移動体の行動の観測結果との誤差をさらに受信し、

前記情報管理部は、受信した前記誤差に基づいて、前記第 1 の移動体の機体情報を更新する、請求項 7 に記載の制御装置。

【請求項 9】

前記誤差検出部にて検出された前記誤差を前記第 2 の移動体に送信する送信部をさらに備える、請求項 1 に記載の制御装置。

【請求項 10】

前記外界の地図は、前記第 1 の移動体が備えるセンサ部の観測結果に基づいて作成される、請求項 1 に記載の制御装置。

【請求項 11】

前記受信部は、前記第 2 の移動体の機体情報をさらに受信し、

前記第 2 の移動体は、前記第 2 の移動体の機体情報に基づいて、前記第 1 の移動体が備えるセンサ部の観測結果から認識される、請求項 7 に記載の制御装置。

【請求項 12】

前記第 2 の移動体の行動は、前記センサ部の観測結果を時間蓄積することで認識される、請求項 11 に記載の制御装置。

【請求項 13】

前記計画用地図作成部は、前記外界の地図に、前記第 1 の移動体の行動に影響する情報

10

20

30

40

50

を付加することで、前記第 1 の移動体の前記行動計画用地図を作成する、請求項 1 に記載の制御装置。

【請求項 1 4】

前記計画用地図作成部は、異なる用途又は条件に応じて、前記行動計画用地図を複数作成する、請求項 1 に記載の制御装置。

【請求項 1 5】

前記行動計画用地図は、座標系に時間軸を含む、請求項 1 に記載の制御装置。

【請求項 1 6】

第 2 の移動体の行動計画を用いて、外界の地図から第 1 の移動体の行動計画を生成するための行動計画用地図を作成することと、

前記第 2 の移動体の行動計画と、前記第 2 の移動体の行動の観測結果との誤差を検出することと、

検出された前記誤差を用いて、前記行動計画用地図を更新することと、を含む、制御方法。

【請求項 1 7】

コンピュータを、

第 2 の移動体の行動計画を用いて、外界の地図から第 1 の移動体の行動計画を生成するための行動計画用地図を作成する計画用地図作成部と、

前記第 2 の移動体の行動計画と、前記第 2 の移動体の行動の観測結果との誤差を検出する誤差検出部と、

として機能させ、

前記計画用地図作成部を、検出された前記誤差を用いて前記行動計画用地図を更新させるように機能させる、プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、制御装置、制御方法及びプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

一般的に、自律移動可能なロボット等（以下、移動体とも称する）では、外界の地図を用いて行動計画を立てることが行われている。具体的には、移動体では、外界地図に基づいて、移動可能な領域を示した行動計画用の地図を作成し、作成した行動計画用の地図を用いて、最適な移動経路を計画することが行われている。

【0003】

ここで、複数の移動体がそれぞれ行動計画を立てる場合、例えば、移動体 1 台分の幅しかない通路でも、それぞれの移動体が移動可能と判断し、該通路を通過する行動計画を立てることがあり得る。このような場合、複数の移動体が該通路で鉢合わせすることで、それぞれの行動計画が円滑に実行されないことがあった。

【0004】

そのため、複数の移動体を用いる場合、移動体同士で互いに行動計画を共有し、複数の移動体の間で協調動作を行うことが提案されている。

【0005】

例えば、下記の特許文献 1 では、複数の移動ロボット同士が出会う可能性がある場合、各ロボットが実行するタスクの優先度に応じて一方又は両方の移動ロボットの移動計画を変更又は一時停止し、全体最適化を行う技術が提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開 2006 - 326703 号公報

10

20

30

40

50

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0007】**

しかし、特許文献1で提案された技術では、移動体の各々で行動計画の立案に用いられる地図情報、及び共有される行動計画に誤りがないことを前提としている。そのため、例えば、移動体の各々で共有される行動計画に誤りがあった場合、複数の移動体で協調動作を円滑に実行することができないことがあった。

【0008】

また、不特定の領域で行動する移動体では、外界の地図を移動体の各々で作成しているため、移動体ごとに作成した外界の地図の座標系が異なっていることがあり得る。このよ

10

【0009】

うな場合、共有された行動計画の座標系の対応関係が不明となるため、複数の移動体で円滑な協調動作を行うことが困難となってしまう。

そこで、本開示では、行動計画を共有する複数の移動体に、より円滑に行動計画を実行させることが可能な、新規かつ改良された制御装置、制御方法及びプログラムを提案する。

【課題を解決するための手段】**【0010】**

本開示によれば、第2の移動体の行動計画を用いて、外界の地図から第1の移動体の行動計画を生成するための行動計画用地図を作成する計画用地図作成部と、前記第2の移動体の行動計画と、前記第2の移動体の行動の観測結果との誤差を検出する誤差検出部と、を備え、前記計画用地図作成部は、検出された前記誤差を用いて、前記行動計画用地図を更新する、制御装置が提供される。

20

【0011】

また、本開示によれば、第2の移動体の行動計画を用いて、外界の地図から第1の移動体の行動計画を生成するための行動計画用地図を作成することと、前記第2の移動体の行動計画と、前記第2の移動体の行動の観測結果との誤差を検出することと、検出された前記誤差を用いて、前記行動計画用地図を更新することと、を含む、制御方法が提供される。

【0012】

また、本開示によれば、コンピュータを、第2の移動体の行動計画を用いて、外界の地図から第1の移動体の行動計画を生成するための行動計画用地図を作成する計画用地図作成部と、前記第2の移動体の行動計画と、前記第2の移動体の行動の観測結果との誤差を検出する誤差検出部と、として機能させ、前記計画用地図作成部を、検出された前記誤差を用いて前記行動計画用地図を更新させるように機能させる、プログラムが提供される。

30

【0013】

本開示によれば、第2の移動体の共有された行動計画に誤差がある場合でも、第2の移動体の観測結果に基づいて、行動計画の誤差を補正することができる。したがって、本開示によれば、誤差が補正された行動計画に基づいて、第1の移動体の行動計画を立て直すことが可能になる。

40

【発明の効果】**【0014】**

以上説明したように本開示によれば、行動計画を共有する複数の移動体に、より円滑に行動計画を実行させることができる。

【0015】

なお、上記の効果は必ずしも限定的なものではなく、上記の効果とともに、または上記の効果に代えて、本明細書に示されたいずれかの効果、または本明細書から把握され得る他の効果が奏されてもよい。

【図面の簡単な説明】**【0016】**

50

- 【図 1】本開示に係る技術の概要を説明する模式図である。
- 【図 2】本開示の一実施形態に係る制御装置の構成例を示すブロック図である。
- 【図 3】移動体認識部が実行する処理の流れの一例を示すフローチャート図である。
- 【図 4 A】測定データとして取得された画像の一例を示す説明図である。
- 【図 4 B】図 4 A に示す画像から検出領域を推定した画像の一例を示す説明図である。
- 【図 4 C】検出領域の画像に対応する移動体の候補を提示する例を示す説明図である。
- 【図 4 D】対象との距離をグレースケールで表現した画像の一例を示す説明図である。
- 【図 4 E】第 2 の移動体の方位角及び距離から第 2 の移動体の 3 次元位置を推定する一例を示す説明図である。
- 【図 5】第 2 の移動体の位置を時間蓄積することで、第 2 の移動体の進行方向及び速度を推定する例を示す説明図である。 10
- 【図 6 A】第 2 の移動体の行動計画と、第 2 の移動体の観測結果とを比較することで誤差を検出する処理の流れの一例を示すフローチャート図である。
- 【図 6 B】第 2 の移動体が観測されないという誤差を検出する処理の流れの一例を示すフローチャート図である。
- 【図 7 A】誤差及び補正のパリエーションの一例を示した説明図である。
- 【図 7 B】誤差及び補正のパリエーションの一例を示した説明図である。
- 【図 7 C】誤差及び補正のパリエーションの一例を示した説明図である。
- 【図 7 D】誤差及び補正のパリエーションの一例を示した説明図である。
- 【図 7 E】誤差及び補正のパリエーションの一例を示した説明図である。 20
- 【図 7 F】誤差及び補正のパリエーションの一例を示した説明図である。
- 【図 7 G】誤差及び補正のパリエーションの一例を示した説明図である。
- 【図 8 A】第 2 の移動体の行動計画を反映した行動計画用地図の具体例を示す説明図である。
- 【図 8 B】図 8 A に示す行動計画用地図を基に計画された第 1 の移動体の行動計画の一例を示す説明図である。
- 【図 9】本開示の一実施形態に係る制御装置の動作例を示すフローチャート図である。
- 【図 10】本開示の一実施形態に係る制御装置のハードウェア構成例を示したブロック図である。
- 【発明を実施するための形態】 30
- 【0017】
- 以下に添付図面を参照しながら、本開示の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。
- 【0018】
- なお、説明は以下の順序で行うものとする。
1. 本開示に係る技術の概要
 2. 制御装置の構成例
 3. 制御装置の具体的な処理例
 4. 制御装置の動作例 40
 5. ハードウェア構成例
 6. まとめ
- 【0019】
- < 1. 本開示に係る技術の概要 >
- 図 1 を参照して、本開示に係る技術の概要について説明する。図 1 は、本開示に係る技術の概要を説明する模式図である。
- 【0020】
- まず、第 1 の移動体 10 及び第 2 の移動体 20 がそれぞれ行動計画を立てて、同じ時間帯に同じ領域を移動する場合を考える。
- 【0021】 50

第1の移動体10及び第2の移動体20は、自律して行動可能な移動体であり、外界の地図を用いて行動計画を立て、立てた行動計画に沿って行動を実行する。例えば、行動の一種である移動を実行する場合、第1の移動体10及び第2の移動体20は、まず、外界の地図を用いて、自身が通過可能な領域を示した格子地図を作成する。次に、第1の移動体10及び第2の移動体20は、該格子地図に対してダイクストラ法等のグラフ探索アルゴリズムを適用し、最適な経路を選択することで、移動の行動計画を立てることができる。

【0022】

例えば、図1に示すように、第1の移動体10は、上述したような方法で、3番通路を直進する行動計画を立てている。一方、第2の移動体20は、上述したような方法で、3番通路と直交する1番通路を直進する行動計画を立てている。そのため、同じ時間帯に、第1の移動体10及び第2の移動体20が行動計画に沿って移動した場合、第1の移動体10及び第2の移動体20は、1番通路及び3番通路の交差点で鉢合わせ又は衝突する可能性がある。

10

【0023】

そこで、図1に示すように、第2の移動体20は、自身の行動計画を第1の移動体10に送信し、行動計画を共有することで、第1の移動体10との鉢合わせ又は衝突を回避しようとしている。例えば、第1の移動体10が1番通路及び3番通路の交差点を通過するタイミングと、第2の移動体20が該交差点を通過するタイミングとをずらすことで、第1の移動体10及び第2の移動体20が鉢合わせ又は衝突することを回避しようとしている。

20

【0024】

しかしながら、図1に示すように、第2の移動体20が、実際には行動計画とは異なる行動を実行していた場合、上述した鉢合わせ又は衝突の回避が機能しない。そのため、第2の移動体20は、第1の移動体10と2番通路及び3番通路の交差点で鉢合わせ又は衝突する可能性がある。

【0025】

本開示に係る技術では、第2の移動体20が行動計画と異なる行動を実行していることを第1の移動体10が観測した場合、第1の移動体10は、第2の移動体20の観測結果に基づいて、受信した第2の移動体20の行動計画を補正する。その後、第1の移動体10は、2番通路を直進する第2の移動体20と2番通路及び3番通路の交差点で鉢合わせ又は衝突しないように、行動計画を更新する。これによれば、第1の移動体10は、第2の移動体20から受信した行動計画と、第2の移動体20の実際の行動とが異なっている場合であっても、第2の移動体20との協調行動をより円滑に実行することができる。

30

【0026】

したがって、第1の移動体10は、第2の移動体20から共有された行動計画に誤り又は不確実性が存在する場合でも、観測された第2の移動体20の実際の行動に基づいて、共有された行動計画を補正することで、より正確な行動計画を取得することができる。これによれば、第1の移動体10は、第2の移動体20の現時点における行動だけでなく、第2の移動体20の未来の行動も補正された行動計画に基づいて予測することができるため、第2の移動体20とのより円滑な協調行動が可能となる。

40

【0027】

また、本開示に係る技術によれば、第1の移動体10は、観測された第2の移動体20の実際の行動に基づいて、第2の移動体20から受信した行動計画の精度を向上させることができる。したがって、第1の移動体10は、第2の移動体20との行動計画の共有頻度が低い場合、又は共有される行動計画の情報量が少ない場合であっても、第2の移動体20との協調行動を高精度で実行することが可能である。

【0028】

< 2. 制御装置の構成例 >

次に、図2を参照して、本開示の一実施形態に係る制御装置の構成例について説明する

50

。図2は、本実施形態に係る制御装置100の構成例を示すブロック図である。

【0029】

図2に示すように、制御装置100は、受信部102及びセンサ部140からの入力に基づいて、駆動部160を制御することで、第1の移動体10の駆動を制御する。具体的には、制御装置100は、受信部102と、補正部104と、誤差検出部106と、移動体認識部108と、情報管理部110と、計画用地図作成部112と、地図作成部114と、認識部116と、行動計画部118と、送信部120と、駆動制御部122と、を備える。制御装置100は、例えば、センサ部140及び駆動部160と共に第1の移動体10に含まれてもよい。

【0030】

センサ部140は、各種センサを含み、外界又は第1の移動体10の状態を測定し、測定したデータを出力する。例えば、センサ部140は、外界の状態を測定するセンサとして、RGBカメラ、グレースケールカメラ、ステレオカメラ、デプスカメラ、赤外線カメラ又はToF (Time of Flight) カメラ等の各種カメラを含んでもよく、LIDAR (Laser Imaging Detection and Ranging) センサ又はRADAR (Radio Detecting and Ranging) センサなどの各種測距センサを含んでもよい。また、センサ部140は、第1の移動体10の状態を測定するセンサとして、例えば、エンコーダ、電圧計、電流計、歪みゲージ、圧力計、IMU (Inertial Measurement Unit)、温度計又は湿度計等を含んでもよい。ただし、センサ部140は、外界又は第1の移動体10の状態を測定するセンサであれば、上述したセンサ以外の公知のセンサを含んでもよいことは言うまでもない。

【0031】

認識部116は、センサ部140が測定したデータに基づいて、外界及び第1の移動体10の状態を認識する。具体的には、認識部116は、センサ部140から入力された測定データに基づいて、障害物認識、形状認識(すなわち、壁認識若しくは床認識)、物体認識、マーカ認識、文字認識、白線若しくは車線認識、又は音声認識によって外界を認識してもよい。または、認識部116は、位置認識、運動状態(速度、加速度又はジャーク等)認識、又は機体状態(電源残量、温度又は関節角等)認識によって第1の移動体10の状態を認識してもよい。認識部116が行う上記の認識は、公知の認識技術を用いることを行うことが可能である。認識部116が行う認識は、例えば、所定のルールに基づいて行われてもよく、機械学習アルゴリズムに基づいて行われてもよい。

【0032】

地図作成部114は、認識部116による外界の認識結果に基づいて、外界の地図を作成する。具体的には、地図作成部114は、認識部116による外界の認識結果を時間蓄積することで、又は複数の異なる種類の認識結果を組み合わせることで、外界の地図を作成する。地図作成部114は、例えば、第1の移動体10が通過可能な領域を示す障害物地図又は移動領域地図を作成してもよく、種々の物体の存在位置を示す物体地図を作成してもよく、各領域の名称、関連性又は意味づけを示すトポロジカル地図を作成してもよい。なお、地図作成部114は、用途、種類又は条件に応じて、複数の異なる種類の地図を作成してもよい。

【0033】

計画用地図作成部112は、地図作成部114が作成した外界の地図と、第1の移動体10の機体情報と、第2の移動体20の行動計画とに基づいて、第1の移動体10の行動計画を生成するために必要な情報を埋め込んだ行動計画用地図を作成する。具体的には、計画用地図作成部112は、外界の地図に含まれる領域及び物体の各々が第1の移動体10に対してどのような意味を有するのかを判断し、判断した意味付けを各々埋め込んだ行動計画用地図を作成する。計画用地図作成部112が作成する行動計画用地図は、時間軸を含む3次元又は4次元等の地図であってもよい。すなわち、計画用地図作成部112が作成する行動計画用地図は、時間経過を考慮した地図であってもよい。なお、計画用地図

10

20

30

40

50

作成部 1 1 2 は、用途、種類又は条件に応じて、複数の異なる種類の地図を作成してもよい。

【 0 0 3 4 】

例えば、第 1 の移動体 1 0 が地表を走行する移動体である場合、計画用地図作成部 1 1 2 は、外界の地図で地表に存在する障害物及び穴を通行不可領域と設定し、第 1 の移動体 1 0 の高さよりも高い位置に存在する障害物を通行可能領域と設定することができる。また、第 1 の移動体 1 0 が防水仕様であるか否かに応じて、計画用地図作成部 1 1 2 は、外界の地図の水たまりを通行可能領域又は通行不可領域のいずれかに設定することができる。

【 0 0 3 5 】

本実施形態では、計画用地図作成部 1 1 2 は、第 2 の移動体 2 0 の行動計画を用いることで、外界の地図に含まれる領域及び物体の各々に、第 2 の移動体 2 0 との協調行動に関する情報を埋め込んだ行動計画用地図を作成することができる。例えば、計画用地図作成部 1 1 2 は、外界の地図で第 2 の移動体 2 0 が通過する領域を第 1 の移動体 1 0 の通行不可領域と設定することができる。また、計画用地図作成部 1 1 2 は、外界の地図で第 2 の移動体 2 0 から荷物等を受け渡される地点及び時刻をチェックポイントとして設定することができる。

【 0 0 3 6 】

本実施形態では、第 2 の移動体 2 0 の行動計画は、第 2 の移動体 2 0 の観測結果に基づいて補正される可能性がある。このような場合、計画用地図作成部 1 1 2 は、補正された第 2 の移動体 2 0 の行動計画に基づいて、第 1 の移動体 1 0 の行動計画用地図を再作成してもよい。

【 0 0 3 7 】

情報管理部 1 1 0 は、第 1 の移動体 1 0 の機体情報を管理する。具体的には、情報管理部 1 1 0 は、内蔵された記憶媒体に記憶されている機体スペック等の情報、及び認識部 1 1 6 が認識した機体の状態に関する情報を管理する。例えば、情報管理部 1 1 0 は、内蔵された記憶媒体に書き込まれる個体識別情報、機体形状、搭載されるセンサ部 1 4 0 若しくは駆動部 1 6 0 に関する情報、又は電源情報（駆動電圧又は電源容量等）を管理してもよい。例えば、情報管理部 1 1 0 は、第 1 の移動体 1 0 の機体を構成する各要素の形状と、認識部 1 1 6 によって認識された、各要素を接続する関節角の情報とによって算出された第 1 の移動体 1 0 の現在の機体形状を管理してもよい。

【 0 0 3 8 】

行動計画部 1 1 8 は、計画用地図作成部 1 1 2 にて作成された行動計画用地図と、情報管理部 1 1 0 にて管理された第 1 の移動体 1 0 の機体情報とに基づいて、第 1 の移動体 1 0 の行動計画を生成する。具体的には、行動計画部 1 1 8 は、行動方針、長期的行動及び短期的行動などの階層構造を有する行動計画を生成してもよく、並行して実行される複数の行動計画を生成してもよい。例えば、行動計画部 1 1 8 は、広域のトポロジカル地図を用いたトポロジカル経路計画、観測範囲の障害物を用いた座標経路計画、又は第 1 の移動体 1 0 が実行するダイナミクスを含む運動計画を生成してもよい。なお、行動計画部 1 1 8 は、例えば、外部からの行動指示に基づいて、第 1 の移動体 1 0 の行動計画を生成してもよく、自律的に第 1 の移動体 1 0 の行動計画を生成してもよい。

【 0 0 3 9 】

本実施形態では、計画用地図作成部 1 1 2 が作成する行動計画用地図は、第 2 の移動体 2 0 の行動計画が補正された場合、再作成される可能性がある。このような場合、行動計画部 1 1 8 は、更新された行動計画用地図に基づいて、第 1 の移動体 1 0 の行動計画を再生成してもよい。

【 0 0 4 0 】

駆動制御部 1 2 2 は、行動計画部 1 1 8 が生成した行動計画と、第 1 の移動体 1 0 の機体情報とに基づいて、所望の行動が行われるように駆動部 1 6 0 を駆動させる制御指令を出力する。具体的には、駆動制御部 1 2 2 は、行動計画にて計画された行動と、第 1 の移

10

20

30

40

50

動体 10 の現在の状態との誤差を算出し、算出された誤差を縮小するように駆動部 160 を駆動させる制御指令を出力する。なお、駆動制御部 122 は、制御指令を階層的に生成してもよい。

【0041】

駆動部 160 は、制御装置 100 からの制御指令等に基づいて、第 1 の移動体 10 を駆動させる。例えば、駆動部 160 は、実空間への出力を行うモジュールであり、エンジン、モータ、スピーカ、プロジェクタ、ディスプレイ、又は発光器（例えば、電球、LED 又はレーザ等）などであってもよい。

【0042】

送信部 120 は、第 1 の移動体 10 の行動計画 31、及び第 1 の移動体 10 の機体情報を第 2 の移動体 20 に送信する。具体的には、送信部 120 は、公知の通信方式の無線通信モジュールであってもよい。例えば、送信部 120 は、以下の表 1 で示すような第 1 の移動体 10 の機体情報、及び以下の表 2 で示すような第 1 の移動体 10 の行動計画 31 を送信してもよい。

【0043】

【表 1】

(表 1)

	分類	構成要素	詳細
機体情報	機体 ID	機体形状 ID	車種など
		個体識別子	シリアルナンバー
	電源情報	電圧	電源電圧
		電源残量	電源の残容量
		残り稼働時間	予測稼働時間
	優先度	機体優先度	協調行動の際の優先度
	状態	センサ状態	正常又は異常等
		アクチュエータ状態	正常又は異常等
		自己位置把握状態	正常、不正確又はロストなど
	機体形状	構成要素形状	各要素の形状、又はセンサ若しくはアクチュエータ等の位置など
		2次元占有領域	特定平面の占有形状など
		3次元占有領域	2次元空間の占有形状など

【0044】

【表 2】

(表 2)

	分類	構成要素	詳細	
行動計画	計画情報	ID	行動の識別子	10
		優先度	行動の優先度	
		計画時刻	行動計画を立てた時刻	
		開始時刻	計画された行動の開始時刻	
		終了時刻	計画された行動の終了時刻	
		計画版番号	計画の版番号（再計画されることで番号が増加）	
		情報の種類	新規、更新、一時停止、中止など	
	行動範囲	地域情報	国、地方、地域の名称又はIDなど	20
		建物情報	建造物の名称又はIDなど	
		フロア情報	フロアの名称又はIDなど	
		部屋情報	部屋の名称又はIDなど	
		領域情報	2次元又は3次元の領域情報など	
	行動フローチャート	条件分岐	行動を切り替える条件	20
		繰り返し	繰り返す時刻、継続時間又は回数など	
		同期	同期させる行動など	
	下位行動	移動計画	経路点情報（ID、位置、時刻） 経路運動状態（機体の位置、速度、加速度、ジャーク、これらの分散など）	30
		運動計画	経路点情報（ID、時刻） 経路運動状態（各関節の制御、位置、速度、加速度、ジャーク、これらの分散など）	
		観測計画	観測対象、観測器の操作計画（時刻ごとの操作情報）	
		投影計画	投影映像、開始時刻、終了時刻、再生時間、再生速度、繰り返し回数、時刻ごとの操作（投影位置、姿勢、台形補正、焦点距離など）	
		音声計画	再生音源、開始時刻、終了時刻、再生時間、再生速度、繰り返し回数、再生方向、時刻ごとの操作（音量など）	
		録音計画	開始時刻、終了時刻、継続時間、使用マイク、録音方向、時刻ごとの操作（感度、ノイズキャンセルなど）	
録画計画		開始時刻、終了時刻、継続時間、使用カメラ、時刻ごとの操作（ズーム、露光、しぼりなど）		

【0045】

表 1 に示すように、送信部 120 が送信する第 1 の移動体 10 の機体情報は、機体 ID、電源情報、優先度、状態又は機体形状等のいずれかに分類される情報を含んでもよい。例えば、機体 ID は、第 1 の移動体 10 を特定するために用いられ得る。電源情報及び優先度は、協調行動を実行する際の優先度の調整のために用いられ得る。状態及び機体形状は、協調行動を実行する際に第 1 の移動体 10 の状態を考慮するために用いられ得る。

【0046】

表 2 に示すように、送信部 120 が送信する第 1 の移動体 10 の行動計画 31 は、計画情報、行動範囲、行動フローチャート又は下位行動等のいずれかに分類される情報を含んでもよい。例えば、ID は行動を特定するために用いられ得る。優先度は、協調行動の順序を調整するために用いられ得る。時刻は、行動が影響する時刻を特定するために用いられ得る。版番号及び情報の種類は、行動計画の更新等がある場合に協調行動を制御するために用いられ得る。行動範囲は、第 1 の移動体 10 が影響を及ぼす範囲を判断するために用いられ得る。行動フローチャートは、外界又は第 1 の移動体 10 の機体状態に応じて、

行動を遷移させる行動計画の全体像を示すために用いられ得る。下位行動は、行動フローチャートで定義済み処理として参照される行動であり、これらの下位行動の各々を階層的に組み合わせることで行動計画が形成される。

【0047】

受信部102は、第2の移動体20の行動計画32、及び第2の移動体20の機体情報を受信する。具体的には、受信部102は、公知の通信方式の無線通信モジュールであってもよい。例えば、受信部102は、上述した第1の移動体10の行動計画31、及び第1の移動体10の機体情報と同様の行動計画32及び機体情報を第2の移動体20から受信してもよい。

【0048】

なお、送信部120及び受信部102が行動計画31、32を送受信する第2の移動体20は、第1の移動体10と同様に行動計画を有する他の移動体であってもよい。第2の移動体20は、自律移動体であってもよいが、自律移動体でなくともよい。また、送信部120及び受信部102は、複数の移動体と行動計画31、32を送受信してもよい。

【0049】

移動体認識部108は、センサ部140が測定したデータに基づいて、第2の移動体20の認識を行い、さらに第2の移動体20の行動の認識を行う。具体的には、移動体認識部108は、画像、距離若しくは形状、又は音声データなどを入力とする機械学習ベースの認識アルゴリズムを用いて第2の移動体20を認識してもよく、識別ID等を検出するルールベースの認識アルゴリズムを用いて第2の移動体20を認識してもよい。また、移動体認識部108は、機械学習ベースの認識アルゴリズムを用いて、第2の移動体20の行動を認識してもよく、RADARなどの第2の移動体20の速度を計測可能なセンサの測定データに基づいて、第2の移動体20の行動を認識してもよい。移動体認識部108の具体的な処理については後述する。

【0050】

誤差検出部106は、第2の移動体20から受信した行動計画と、移動体認識部108が認識した第2の移動体20の行動との間の誤差情報を検出する。具体的には、誤差検出部106は、第2の移動体20から受信した行動計画と、移動体認識部108が認識した第2の移動体20の実際の行動との間の誤差の有無、誤差の種類及び大きさを検出する。誤差検出部106の具体的な処理については後述する。

【0051】

補正部104は、誤差検出部106が検出した誤差情報に基づいて、第2の移動体20の行動計画を補正する。具体的には、補正部104は、誤差検出部106が検出した誤差情報を、第2の移動体20から受信した行動計画に反映させることで、第2の移動体20の実際の行動との誤差がない又は誤差が少ない行動計画を作成する。補正部104の具体的な処理については後述する。

【0052】

これによれば、制御装置100は、観測された第2の移動体20の実際の行動に基づいて、第2の移動体20から受信した行動計画を補正し、第2の移動体20の行動計画の精度を向上させることができる。したがって、制御装置100は、補正された第2の移動体20の行動計画を参照し、第2の移動体20の将来の行動を予測することができるため、第1の移動体10及び第2の移動体20の間の協調行動をより円滑に実行させることができる。また、制御装置100は、第2の移動体20から受信した行動計画に誤りがある、又は行動計画の精度が低い場合でも、第1の移動体10及び第2の移動体20の間の協調行動を円滑に実行させることができる。

【0053】

なお、第1の移動体10は、誤差検出部106にて検出した誤差情報を、送信部120にて第2の移動体20に送信し、行動計画と実際の行動との間に誤差が存在することをフィードバックしてもよい。これによれば、第2の移動体20は、行動計画と、実際の行動との間に誤差が生じないように、送信された誤差情報に基づいて第2の移動体20の機体

10

20

30

40

50

情報を校正することができる。したがって、制御装置 100 は、第 1 の移動体 10 及び第 2 の移動体 20 の行動の精度を互いに向上させることができるため、第 1 の移動体 10 及び第 2 の移動体 20 の間の協調行動をより円滑に実行させることができる。

【0054】

上記では、制御装置 100 は、第 1 の移動体 10 の内部に設けられるとして説明したが、本実施形態は、上記例示に限定されない。制御装置 100 は、例えば、第 1 の移動体 10 の外部に設けられてもよい。

【0055】

< 3 . 制御装置の具体的な処理例 >

続いて、図 3 ~ 図 8 B を参照して、本実施形態に係る制御装置 100 の一部構成の具体的な処理例について説明する。

【0056】

(移動体認識部 108 の処理例)

まず、図 3 ~ 図 5 を参照して、移動体認識部 108 の具体的な処理例について説明する。図 3 は、移動体認識部 108 が実行する処理の流れの一例を示すフローチャート図である。

【0057】

図 3 に示すように、移動体認識部 108 は、まず、センサ部 140 から測定データを取得する (S 1 1 0)。次に、移動体認識部 108 は、取得した測定データから第 2 の移動体 20 を検出する (S 1 1 1)。具体的には、移動体認識部 108 は、センサ部 140 が観測した測定データから第 2 の移動体 20 が存在する領域を推定する。

【0058】

移動体認識部 108 は、図 4 A ~ 図 4 B を参照して説明する以下の方法を用いて、測定データから第 2 の移動体 20 を検出してもよい。例えば、測定データとして図 4 A に示すような画像 400 が取得された場合、移動体認識部 108 は、画像認識によって第 2 の移動体 20 が存在する領域を推定してもよい。次に、移動体認識部 108 は、画像 400 から第 2 の移動体 20 が存在すると推定される矩形形状又は楕円形状の領域を検出し、図 4 B に示すような検出領域 410 を出力してもよい。また、測定データとして 2 次元画像ではなく、3 次元の点群が取得される場合、移動体認識部 108 は、第 2 の移動体 20 が存在すると推定される直方体形状、球形状又はメッシュ形状等の立体領域を検出領域 410 として出力してもよい。なお、移動体認識部 108 は、検出領域 410 に第 2 の移動体 20 が存在すると推定される確信度等を追加情報として出力してもよい。

【0059】

その後、移動体認識部 108 は、第 2 の移動体 20 を識別する (S 1 1 2)。具体的には、移動体認識部 108 は、検出領域 410 に存在する第 2 の移動体 20 を識別する ID 等を推定する。

【0060】

移動体認識部 108 は、図 4 C を参照して説明する以下の方法を用いて、第 2 の移動体 20 を識別してもよい。例えば、移動体認識部 108 は、図 4 B に示す検出領域 410 の画像に対して、機械学習ベースの認識アルゴリズム又はルールベースの認識アルゴリズムを作用させることで第 2 の移動体 20 の ID 等を推定してもよい。このような場合、移動体認識部 108 は、図 4 C に示すように、検出領域 410 の画像に対応する移動体の候補を複数提示し、各々に該当する確率を推定することで、最も該当確率が高い移動体の ID を第 2 の移動体 20 の ID として出力してもよい。例えば、図 4 C では、ID が「1」又は「2」の移動体の該当確率がそれぞれ 10% であり、ID が「3」の移動体の該当確率が 80% である。したがって、移動体認識部 108 は、第 2 の移動体 20 の ID として「3」を出力してもよい。

【0061】

また、移動体認識部 108 は、第 2 の移動体 20 の状態を推定する (S 1 1 3)。なお、第 2 の移動体 20 の状態の推定 (S 1 1 3) は、上述した第 2 の移動体 20 の識別 (S

10

20

30

40

50

112)と並行して実行することが可能である。具体的には、移動体認識部108は、センサ部140の測定データに基づいて、第2の移動体20の位置、姿勢又は関節角等の状態を推定する。例えば、移動体認識部108は、センサ部140が測定した時点での第2の移動体20の静的な状態を推定してもよい。ただし、測定データの種類によっては、移動体認識部108は、第2の移動体20の動的な状態を推定することも可能である。

【0062】

移動体認識部108は、図4D及び図4Eを参照して説明する以下の方法を用いて、第2の移動体20の状態を推定してもよい。図4Dに示すように、例えば、移動体認識部108は、ToFカメラ等にて取得された、対象との距離をグレースケールで表現した画像402に基づいて、検出領域410の方位角及び距離を算出し、第2の移動体20の状態を推定してもよい。このような場合、移動体認識部108は、図4Eに示すように、第1の移動体10を原点とする極座標上に、第2の移動体20の方位角及び距離をプロットすることで、第2の移動体20の3次元位置を推定することができる。

10

【0063】

続いて、移動体認識部108は、識別された第2の移動体20を時間経過に沿って追跡する(S114)ことで、第2の移動体20の行動を認識する(S115)。具体的には、移動体認識部108は、第2の移動体20の状態を時間蓄積することで、第2の移動体20の移動方向、速度又は加速度等の運動状態を推定し、さらに第2の移動体20の運動状態を時間蓄積することで、第2の移動体20のより長期的な行動を推定する。

20

【0064】

移動体認識部108は、図5を参照して説明する以下の方法を用いて、第2の移動体20の行動を認識してもよい。例えば、図5に示すように、移動体認識部108は、第2の移動体20の位置を時間蓄積することで、第2の移動体20の進行方向及び速度を推定してもよい。ここで、同一視野内に複数の移動体を検出されている場合、移動体認識部108は、上記で検出したID等によって複数の移動体の各々を識別することで、複数の移動体の各々を過去の状態と関連付けることができる。

【0065】

(誤差検出部106の処理例)

次に、図6A及び図6Bを参照して、誤差検出部106の具体的な処理例について説明する。

30

【0066】

図6Aは、誤差検出部106が第2の移動体20の行動計画と、第2の移動体20の観測結果とを比較することで誤差を検出する処理の流れの一例を示すフローチャート図である。

【0067】

図6Aに示すように、まず、誤差検出部106は、移動体認識部108による第2の移動体20の認識結果を更新する(S120)。続いて、誤差検出部106は、観測された第2の移動体20の認識状態と、受信した第2の移動体20の行動計画の状態とが一致しているか否かを判断する(S121)。観測された第2の移動体20の認識状態と、第2の移動体20の行動計画の状態とが一致していると判断される場合(S121/Yes)、誤差検出部106は、「誤差なし」という誤差情報を出力する(S124)。なお、誤差検出部106は、観測された第2の移動体20の認識状態と、第2の移動体20の行動計画の状態との誤差が計画された範囲内であれば、観測された第2の移動体20の認識状態と、第2の移動体20の行動計画の状態とが一致していると判断してよい。

40

【0068】

一方、観測された第2の移動体20の認識状態と、第2の移動体20の行動計画の状態とが一致していないと判断される場合(S121/No)、誤差検出部106は、異なるパラメータを用いて第2の移動体20の行動計画を変換し、変換された第2の移動体20の行動計画を生成する(S122)。なお、変換するパラメータとしては、第2の移動体20の位置、姿勢、速度、角速度、時刻又は位置分散などを例示することができる。

50

【 0 0 6 9 】

ここで、誤差検出部 1 0 6 は、変換後の第 2 の移動体 2 0 の行動計画のなかに、観測された第 2 の移動体 2 0 の認識状態との誤差を変換前の第 2 の移動体 2 0 の行動計画よりも減少させる行動計画が存在するか否かを判断する (S 1 2 3)。観測された第 2 の移動体 2 0 の認識状態との誤差を減少させる行動計画が存在する場合 (S 1 2 3 / Y e s)、誤差検出部 1 0 6 は、「誤差あり」という誤差情報を出力する。また、誤差検出部 1 0 6 は、該行動計画に施した誤差を減少させる変換の種類及び変更量を誤差の大きさとして出力する (S 1 2 5)。また、観測された第 2 の移動体 2 0 の認識状態との誤差を減少させる行動計画が存在しない、又は見出せない場合 (S 1 2 3 / N o)、誤差検出部 1 0 6 は、「誤差あり」という誤差情報を出力する。このような場合、誤差検出部 1 0 6 は、誤差を減少させる変換の種類及び変更量が不明である旨も出力する (S 1 2 6)。

10

【 0 0 7 0 】

図 6 B は、誤差検出部 1 0 6 が、第 2 の移動体 2 0 が観測されないという誤差を検出する処理の流れの一例を示すフローチャート図である。

【 0 0 7 1 】

図 6 B に示すように、まず、誤差検出部 1 0 6 は、移動体認識部 1 0 8 による第 2 の移動体 2 0 の認識結果、又は地図作成部 1 1 4 が作成した外界の地図を更新する (S 1 3 0)。次に、誤差検出部 1 0 6 は、第 2 の移動体 2 0 の行動計画における時刻及び位置が外界の地図領域に含まれるか否かを判断する (S 1 3 1)。

20

【 0 0 7 2 】

第 2 の移動体 2 0 の行動計画における時刻及び位置が外界の地図領域に含まれる場合 (S 1 3 1 / Y e s)、誤差検出部 1 0 6 は、外界の地図領域に、第 2 の移動体 2 0 に該当する物体が存在するか否かを判断する (S 1 3 2)。外界の地図領域に、第 2 の移動体 2 0 に該当する物体が存在しない場合 (S 1 3 2 / N o)、誤差検出部 1 0 6 は、第 2 の移動体 2 0 が存在しないという「誤差あり」という誤差情報を出力する。一方、外界の地図領域に、第 2 の移動体 2 0 に該当する物体が存在する場合 (S 1 3 2 / Y e s)、誤差検出部 1 0 6 は、存在する物体が第 2 の移動体 2 0 以外の物体か否かを判断する (S 1 3 3)。存在する物体が第 2 の移動体 2 0 以外の物体である場合 (S 1 3 3 / Y e s)、誤差検出部 1 0 6 は、第 2 の移動体 2 0 が存在しないという「誤差あり」という誤差情報を出力する。

30

【 0 0 7 3 】

なお、第 2 の移動体 2 0 の行動計画における時刻及び位置が外界の地図領域に含まれない場合 (S 1 3 1 / N o)、又は外界の地図領域に、第 2 の移動体 2 0 が存在する場合 (S 1 3 3 / N o)、誤差検出部 1 0 6 は誤差が検出されなかったとして処理を終了する。

【 0 0 7 4 】

(補正部 1 0 4 の処理例)

続いて、図 7 A ~ 図 7 G を参照して、補正部 1 0 4 の具体的な処理例について説明する。図 7 A ~ 図 7 G は、誤差及び補正のバリエーションを示した説明図である。

【 0 0 7 5 】

補正部 1 0 4 は、誤差検出部 1 0 6 が検出した誤差に基づいて、第 2 の移動体 2 0 の行動計画を補正する。

40

【 0 0 7 6 】

例えば、第 2 の移動体 2 0 の行動計画と観測結果との間に誤差がない場合、補正部 1 0 4 は、受信した第 2 の移動体 2 0 の行動計画をそのまま出力する。

【 0 0 7 7 】

第 2 の移動体 2 0 の行動計画と観測結果との間に誤差があり、かつ誤差を減少させる変換が存在する場合、補正部 1 0 4 は、受信した第 2 の移動体 2 0 の行動計画に、誤差を減少させる変換を施した行動計画を出力する。

【 0 0 7 8 】

例えば、図 7 A に示すように、第 2 の移動体 2 0 の行動計画 5 1 0 に対して、第 2 の移

50

動体 2 0 の観測結果 5 2 0 の位置が異なる場合、補正部 1 0 4 は、第 2 の移動体 2 0 の位置を変更する補正を行動計画に施してもよい。図 7 B に示すように、第 2 の移動体 2 0 の行動計画 5 1 0 に対して、第 2 の移動体 2 0 の観測結果 5 2 0 の姿勢が異なる場合、補正部 1 0 4 は、第 2 の移動体 2 0 の姿勢を変更する補正を行動計画に施してもよい。図 7 C に示すように、第 2 の移動体 2 0 の行動計画 5 1 0 に対して、第 2 の移動体 2 0 の観測結果 5 2 0 の位置及び姿勢が共に異なる場合、補正部 1 0 4 は、第 2 の移動体 2 0 の位置及び姿勢を変更する補正を行動計画に施してもよい。図 7 D に示すように、第 2 の移動体 2 0 の行動計画 5 1 0 に対して、第 2 の移動体 2 0 の観測結果 5 2 0 の速度が異なる場合、補正部 1 0 4 は、第 2 の移動体 2 0 の速度を変更する補正を行動計画に施してもよい。図 7 E に示すように、第 2 の移動体 2 0 の行動計画 5 1 0 に対して、第 2 の移動体 2 0 の観測結果 5 2 0 の角速度が異なる場合、補正部 1 0 4 は、第 2 の移動体 2 0 の角速度を変更する補正を行動計画に施してもよい。図 7 F に示すように、第 2 の移動体 2 0 の行動計画 5 1 0 に対して、第 2 の移動体 2 0 の観測結果 5 2 0 の行動の時刻が異なる場合、補正部 1 0 4 は、第 2 の移動体 2 0 の行動の時刻を変更する補正を行動計画に施してもよい。図 7 G に示すように、第 2 の移動体 2 0 の行動計画 5 1 0 に対して、第 2 の移動体 2 0 の観測結果 5 2 0 の位置ばらつきが大きい場合、補正部 1 0 4 は、第 2 の移動体 2 0 の位置の分散を大きくする補正を行動計画に施してもよい。

10

【 0 0 7 9 】

第 2 の移動体 2 0 の行動計画と観測結果との間に誤差があり、かつ誤差を減少させる変換が不明である場合、補正部 1 0 4 は、受信した第 2 の移動体 2 0 の行動計画を基にして、第 2 の移動体 2 0 の観測結果から予測される行動計画を生成する。このとき、補正部 1 0 4 は、第 2 の移動体 2 0 の行動計画の状態（すなわち、位置及び速度）の分散を大きくすることによって、行動計画の不確かさを表してもよい。

20

【 0 0 8 0 】

第 2 の移動体 2 0 が観測されなかったという誤差の場合、補正部 1 0 4 は、受信した第 2 の移動体 2 0 の行動計画が中止されたと判断して、受信した第 2 の移動体 2 0 の行動計画を取り消してもよい。または、このような場合、補正部 1 0 4 は、受信した第 2 の移動体 2 0 の行動計画を補正することによるリスクを避けるために、受信した第 2 の移動体 2 0 の行動計画をそのまま出力してもよい。

【 0 0 8 1 】

（計画用地図作成部 1 1 2 及び行動計画部 1 1 8 の処理例）

続いて、図 8 A 及び図 8 B を参照して、計画用地図作成部 1 1 2 及び行動計画部 1 1 8 の具体的な処理例について説明する。図 8 A は、第 2 の移動体 2 0 の行動計画を反映した行動計画用地図の具体例を示す説明図であり、図 8 B は、図 8 A に示す行動計画用地図を基に計画された第 1 の移動体 1 0 の行動計画の一例を示す説明図である。

30

【 0 0 8 2 】

例えば、計画用地図作成部 1 1 2 は、地図作成部 1 1 4 にて作成された外界の地図と、補正部 1 0 4 にて補正された第 2 の移動体 2 0 の行動計画とに基づいて、第 1 の移動体 1 0 の移動のための行動計画地図を作成してもよい。

【 0 0 8 3 】

このような場合、計画用地図作成部 1 1 2 は、外界の各領域における障害物の有無又は存在確率を示す外界の障害物地図に第 2 の移動体 2 0 の行動計画を加えることで、第 1 の移動体 1 0 の通行可能領域を特定した地図を作成する。これにより、計画用地図作成部 1 1 2 は、第 1 の移動体 1 0 の移動のための行動計画地図を作成することができる。

40

【 0 0 8 4 】

例えば、計画用地図作成部 1 1 2 は、障害物又は第 2 の移動体 2 0 が存在する領域を通行不可な障害物領域とし、障害物領域以外の領域を通行可能領域とすることで、第 1 の移動体 1 0 の移動のための行動計画地図を作成することができる。なお、障害物又は第 2 の移動体 2 0 から距離を取って第 1 の移動体 1 0 を移動させたい場合には、計画用地図作成部 1 1 2 は、障害物領域を膨張させ、通行可能領域を限定することで、第 1 の移動体 1 0

50

の移動経路を限定することができる。

【0085】

図8Aでは、外界の障害物地図に、行動計画に基づく第2の移動体20の位置を楕円20A～20Eとして追加した行動計画地図の例を示す。楕円20A～20Eの各々は、第2の移動体20の時刻ごとの位置を表しており、時刻経過に伴って、第2の移動体20の位置が楕円20A～20Eの順に移動していることを表す。

【0086】

図8Aに示す行動計画地図を用いて、第1の移動体10の行動計画を作成する場合、行動計画部118は、障害物及び第2の移動体20と接触しないように、第1の移動体10の移動経路を設定する。

【0087】

図8Bでは、第1の移動体10の位置を楕円10A～10Eで表す。楕円10A～10Eの各々は、第1の移動体10の時刻ごとの位置を表しており、時刻経過に伴って、第1の移動体10の位置が楕円10A～10Eの順に移動していることを表す。なお、楕円10A及び楕円20Aは、それぞれ第1の移動体10及び第2の移動体の同時刻における位置を表しており、同様に、楕円10B及び楕円20B、楕円10C及び楕円20C、楕円10D及び楕円20D、及び楕円10E及び楕円20Eは、それぞれ第1の移動体10及び第2の移動体の同時刻における位置を表す。

【0088】

図8Bを参照すると、第1の移動体10は、第2の移動体20と接触又は衝突しないように、十字路の手前で減速し(楕円10A～10C)、第2の移動体20が十字路を通過した(楕円20C)後に、十字路に進入している(楕円10D～10E)。これによれば、行動計画部118は、障害物又は第2の移動体20と接触又は衝突しないような第1の移動体10の移動経路を設定することができる。

【0089】

<4. 制御装置の動作例>

次に、図9を参照して、本実施形態に係る制御装置100の動作の全体的な流れについて説明する。図9は、本実施形態に係る制御装置100の動作例を示すフローチャート図である。

【0090】

図9に示すように、制御装置100は、まず、受信部102にて第2の移動体20から行動計画を受信する(S101)。その後、制御装置100は、移動体認識部108にて第2の移動体20を認識する(S102)。続いて、制御装置100は、誤差検出部106にて第2の移動体20の行動計画に対する第2の移動体20の観測結果の誤差を検出する(S103)。さらに、制御装置100は、検出した誤差に基づいて、補正部104にて第2の移動体20の行動計画を補正し(S104)、補正された行動計画に基づいて、計画用地図作成部112にて第1の移動体10の行動計画用地図を更新する(S105)。その後、制御装置100は、更新された行動計画用地図に基づいて、行動計画部118にて第1の移動体10の行動計画を更新する(S106)。これにより、制御装置100は、更新された行動計画に基づいて、駆動制御部122にて第1の移動体10の行動を制御することができる(S107)。

【0091】

以上の動作により、本実施形態に係る制御装置100は、第2の移動体20の行動計画に誤差が存在する場合であっても、第2の移動体20の実際の行動に基づいて誤差を補正し、第1の移動体10の行動計画を更新することができる。したがって、本実施形態に係る制御装置100は、第1の移動体10及び第2の移動体20の協調行動を円滑に実行させることができる。

【0092】

<5. ハードウェア構成例>

続いて、図10を参照して、本実施形態に係る制御装置100のハードウェア構成につ

10

20

30

40

50

いて説明する。図10は、本実施形態に係る制御装置100のハードウェア構成例を示したブロック図である。

【0093】

図10に示すように、制御装置100は、CPU(Central Processing Unit)901と、ROM(Read Only Memory)902と、RAM(Random Access Memory)903と、ブリッジ907と、内部バス905及び906と、インタフェース908と、入力装置911と、出力装置912と、ストレージ装置913と、ドライブ914と、接続ポート915と、通信装置916と、を備える。

【0094】

CPU901は、演算処理装置として機能し、ROM902等に記憶された各種プログラムに従って、制御装置100の動作全般を制御する。ROM902は、CPU901が使用するプログラム、演算パラメータを記憶し、RAM903は、CPU901の実行において使用するプログラムや、その実行において適宜変化するパラメータ等を一時記憶する。例えば、CPU901は、補正部104、誤差検出部106、移動体認識部108、情報管理部110、計画用地図作成部112、地図作成部114、認識部116、行動計画部118及び駆動制御部122の機能を実行してもよい。

【0095】

これらCPU901、ROM902及びRAM903は、ブリッジ907、内部バス905及び906等により相互に接続されている。また、CPU901、ROM902及びRAM903は、インタフェース908を介して入力装置911、出力装置912、ストレージ装置913、ドライブ914、接続ポート915及び通信装置916とも接続されている。

【0096】

入力装置911は、タッチパネル、キーボード、マウス、ボタン、マイクロフォン、スイッチ及びレバーなどの情報が入力される入力装置を含む。また、入力装置911は、入力された情報に基づいて入力信号を生成し、CPU901に出力するための入力制御回路なども含む。

【0097】

出力装置912は、例えば、CRT(Cathode Ray Tube)表示装置、液晶表示装置及び有機EL(Organic Electroluminescence)表示装置などの表示装置を含む。さらに、出力装置912は、スピーカ及びヘッドホンなどの音声出力装置を含んでもよい。

【0098】

ストレージ装置913は、制御装置100のデータ格納用の記憶装置である。ストレージ装置913は、記憶媒体、記憶媒体にデータを記憶する記憶装置、記憶媒体からデータを読み出す読み出し装置、及び記憶されたデータを削除する削除装置を含んでもよい。

【0099】

ドライブ914は、記憶媒体用リードライタであり、制御装置100に内蔵又は外付けされる。例えば、ドライブ914は、装着されている磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク又は半導体メモリ等のリムーバブル記憶媒体に記憶されている情報を読み出し、RAM903に出力する。ドライブ914は、リムーバブル記憶媒体に情報を書き込むことも可能である。

【0100】

接続ポート915は、例えば、USB(Universal Serial Bus)ポート、イーサネット(登録商標)ポート、IEEE802.11規格ポート及び光オーディオ端子等のような外部接続機器を接続するための接続ポートで構成された接続インタフェースである。

【0101】

通信装置916は、例えば、ネットワーク920に接続するための通信デバイス等で構

10

20

30

40

50

成された通信インタフェースである。また、通信装置 916 は、有線または無線 LAN 対応通信装置であっても、有線によるケーブル通信を行うケーブル通信装置であってもよい。通信装置 916 は、例えば、受信部 102 及び送信部 120 の機能を実行してもよい。

【0102】

なお、制御装置 100 に内蔵される CPU、ROM および RAM などのハードウェアに対して、上述した本実施形態に係る制御装置の各構成と同等の機能を発揮させるためのコンピュータプログラムも作成可能である。また、該コンピュータプログラムを記憶させた記憶媒体も提供することが可能である。

【0103】

< 6 . まとめ >

以上にて説明した本実施形態に係る制御装置 100 によれば、第 2 の移動体 20 の行動計画に誤差がある場合でも、第 2 の移動体 20 の観測結果に基づいて、第 2 の移動体 20 の行動計画を補正することができる。これによれば、制御装置 100 は、第 2 の移動体 20 の観測後の未来の行動を予測することができる。

【0104】

また、本実施形態に係る制御装置 100 によれば、第 2 の移動体 20 の行動計画が不正確である場合でも、第 2 の移動体 20 の行動計画を補正し、補正された行動計画に基づいて第 1 の移動体 10 の行動計画を更新することができる。これによれば、制御装置 100 は、第 1 の移動体 10 及び第 2 の移動体 20 の協調行動を円滑に実行させることが可能になる。

【0105】

また、本実施形態に係る制御装置 100 によれば、観測された第 2 の移動体 20 の行動に基づいて第 2 の移動体 20 の行動計画を補正することで、第 2 の移動体の行動計画の精度を向上させることができる。これによれば、制御装置 100 は、第 1 の移動体 10 及び第 2 の移動体 20 の協調行動をより高い精度で実行させることが可能になる。

【0106】

また、本実施形態に係る制御装置 100 によれば、第 2 の移動体 20 の観測結果の行動に基づいて、第 2 の移動体 20 の行動計画を予測することができる。これによれば、制御装置 100 は、第 1 の移動体 10 及び第 2 の移動体 20 の間の行動計画の共有頻度を低下させた場合でも、第 1 の移動体 10 及び第 2 の移動体 20 の協調行動を円滑に実行させることが可能になる。

【0107】

さらに、本実施形態に係る制御装置 100 によれば、複数の移動体で構成されるシステムにおいて移動体の一部が停止した場合でも、行動計画に沿って行動していない移動体が存在することを他の移動体によって知覚することができる。このような場合、制御装置 100 は、停止した移動体の存在を考慮して、他の移動体の行動計画を立て直すことができるため、複数の移動体で構成されるシステムのロバスト性を向上させることができる。

【0108】

以上、添付図面を参照しながら本開示の好適な実施形態について詳細に説明したが、本開示の技術的範囲はかかる例に限定されない。本開示の技術分野における通常の知識を有する者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、これらについても、当然に本開示の技術的範囲に属するものと了解される。

【0109】

例えば、上記実施形態では、制御装置 100 は、移動体の行動計画を生成するための行動計画用地図を作成するとしたが、本技術はかかる例に限定されない。例えば、制御装置 100 は、移動体に限らず、行動計画に基づいて自律的に行動するロボット（自律行動ロボット）の行動計画用地図を作成してもよい。具体的には、制御装置 100 は、移動を行わない垂直多関節ロボット等の産業用ロボット装置の行動計画用地図を作成してもよく、プロジェクションマッピングを行う投影ロボット装置の行動計画用地図を作成してもよい

10

20

30

40

50

。

【 0 1 1 0 】

また、本明細書に記載された効果は、あくまで説明的または例示的なものであって限定的ではない。つまり、本開示に係る技術は、上記の効果とともに、または上記の効果に代えて、本明細書の記載から当業者には明らかな他の効果を奏しうる。

【 0 1 1 1 】

なお、以下のような構成も本開示の技術的範囲に属する。

(1)

第 2 の移動体の行動計画を用いて、外界の地図から第 1 の移動体の行動計画を生成するための行動計画用地図を作成する計画用地図作成部と、

10

前記第 2 の移動体の行動計画と、前記第 2 の移動体の行動の観測結果との誤差を検出する誤差検出部と、

を備え、

前記計画用地図作成部は、検出された前記誤差を用いて、前記行動計画用地図を更新する、制御装置。

(2)

前記行動計画用地図に基づいて、前記第 1 の移動体の行動計画を生成する行動計画部をさらに備える、前記 (1) に記載の制御装置。

(3)

前記行動計画部は、前記行動計画用地図が更新された場合、前記第 1 の移動体の行動計画を更新する、前記 (2) に記載の制御装置。

20

(4)

前記誤差検出部にて検出された前記誤差を縮小する補正を行う補正部をさらに備え、

前記計画用地図作成部は、前記補正を施した前記第 2 の移動体の行動計画を用いて、前記行動計画用地図を更新する、前記 (1) ~ (3) のいずれか一項に記載の制御装置。

(5)

前記計画用地図作成部は、前記第 2 の移動体の行動の観測結果に基づいて予測された前記第 2 の移動体の行動計画を用いて、前記行動計画用地図を更新する、前記 (1) ~ (3) のいずれか一項に記載の制御装置。

(6)

30

前記計画用地図作成部は、前記第 1 の移動体の機体情報をさらに用いて、前記行動計画用地図を作成する、前記 (1) ~ (5) のいずれか一項に記載の制御装置。

(7)

前記第 2 の移動体の行動計画を受信する受信部をさらに備える、(1) ~ (6) のいずれか一項に記載の制御装置。

(8)

前記第 1 の移動体の機体情報を管理する情報管理部をさらに備え、

前記受信部は、前記第 1 の移動体の行動計画と、前記第 1 の移動体の行動の観測結果との誤差をさらに受信し、

前記情報管理部は、受信した前記誤差に基づいて、前記第 1 の移動体の機体情報を更新する、前記 (7) に記載の制御装置。

40

(9)

前記誤差検出部にて検出された前記誤差を前記第 2 の移動体に送信する送信部をさらに備える、前記 (1) ~ (8) のいずれか一項に記載の制御装置。

(1 0)

前記外界の地図は、前記第 1 の移動体が備えるセンサ部の観測結果に基づいて作成される、前記 (1) ~ (9) のいずれか一項に記載の制御装置。

(1 1)

前記受信部は、前記第 2 の移動体の機体情報をさらに受信し、

前記第 2 の移動体は、前記第 2 の移動体の機体情報に基づいて、前記第 1 の移動体が備

50

えるセンサ部の観測結果から認識される、前記(7)又は(8)に記載の制御装置。

(12)

前記第2の移動体の行動は、前記センサ部の観測結果を時間蓄積することで認識される、前記(11)に記載の制御装置。

(13)

前記計画用地図作成部は、前記外界の地図に、前記第1の移動体の行動に影響する情報を付加することで、前記第1の移動体の前記行動計画用地図を作成する、前記(1)~(12)のいずれか一項に記載の制御装置。

(14)

前記計画用地図作成部は、異なる用途又は条件に応じて、前記行動計画用地図を複数作成する、前記(1)~(13)のいずれか一項に記載の制御装置。

10

(15)

前記行動計画用地図は、座標系に時間軸を含む、前記(1)~(14)のいずれか一項に記載の制御装置。

(16)

第2の移動体の行動計画を用いて、外界の地図から第1の移動体の行動計画を生成するための行動計画用地図を作成することと、

前記第2の移動体の行動計画と、前記第2の移動体の行動の観測結果との誤差を検出することと、

検出された前記誤差を用いて、前記行動計画用地図を更新することと、
を含む、制御方法。

20

(16)

コンピュータを、

第2の移動体の行動計画を用いて、外界の地図から第1の移動体の行動計画を生成するための行動計画用地図を作成する計画用地図作成部と、

前記第2の移動体の行動計画と、前記第2の移動体の行動の観測結果との誤差を検出する誤差検出部と、

として機能させ、

前記計画用地図作成部を、検出された前記誤差を用いて前記行動計画用地図を更新させるように機能させる、プログラム。

30

【符号の説明】

【0112】

10 第1の移動体

20 第2の移動体

31 行動計画

32 行動計画

100 制御装置

102 受信部

104 補正部

106 誤差検出部

108 移動体認識部

110 情報管理部

112 計画用地図作成部

114 地図作成部

116 認識部

118 行動計画部

120 送信部

122 駆動制御部

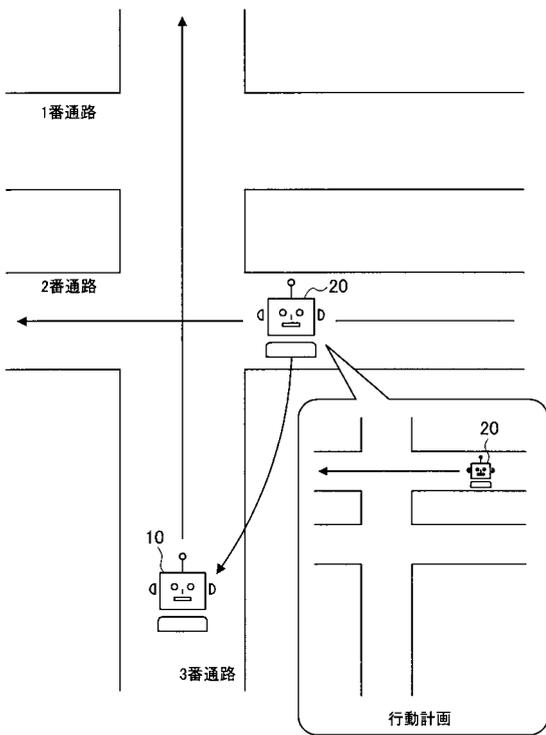
140 センサ部

160 駆動部

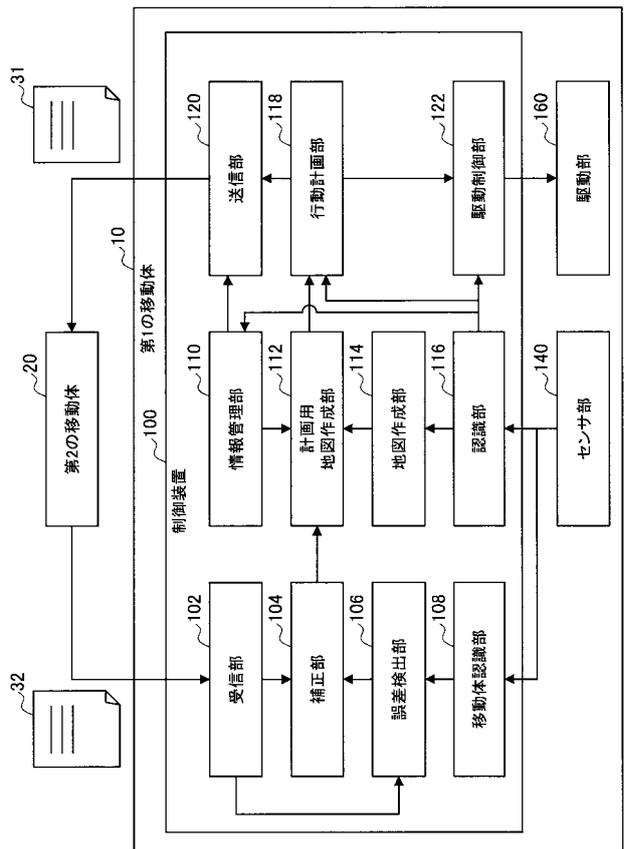
40

50

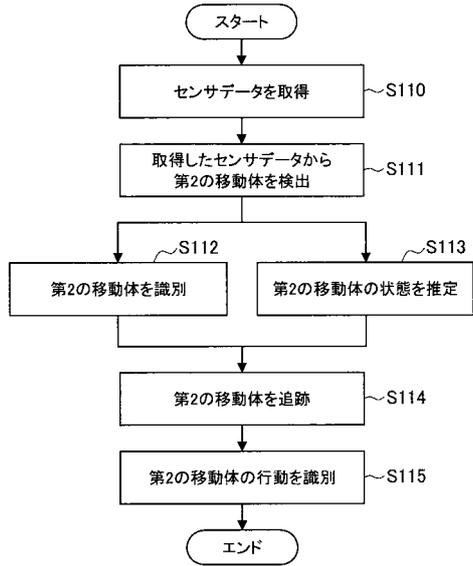
【 図 1 】



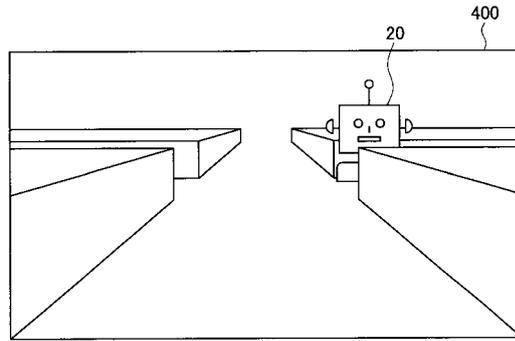
【 図 2 】



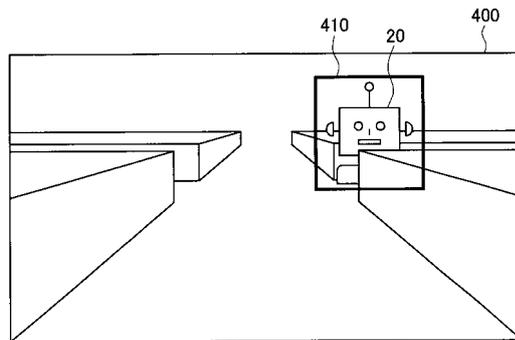
【 図 3 】



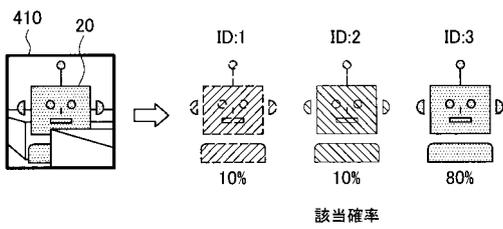
【 図 4 A 】



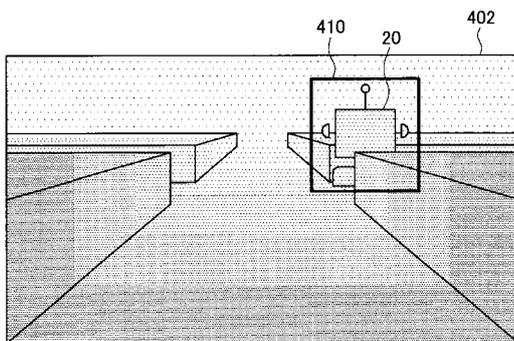
【 図 4 B 】



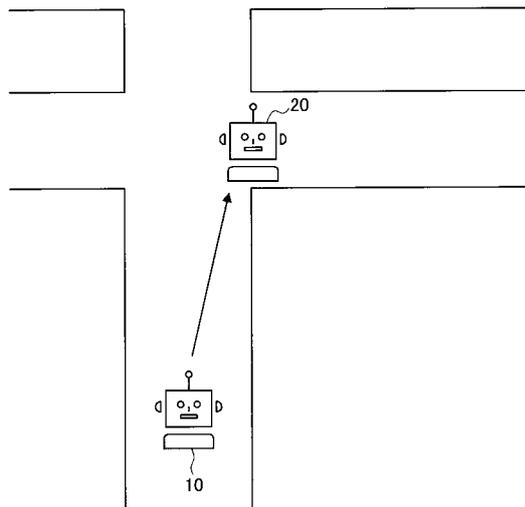
【 図 4 C 】



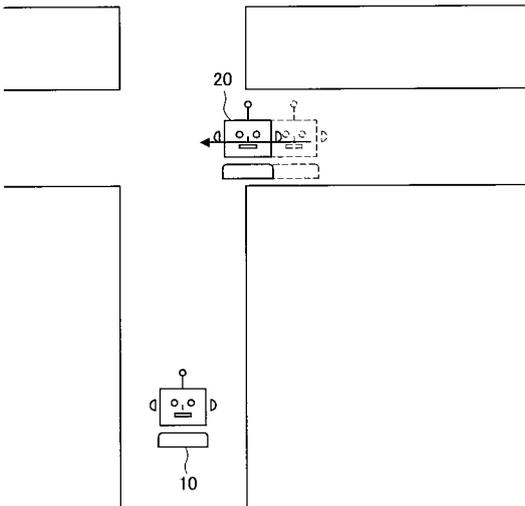
【 図 4 D 】



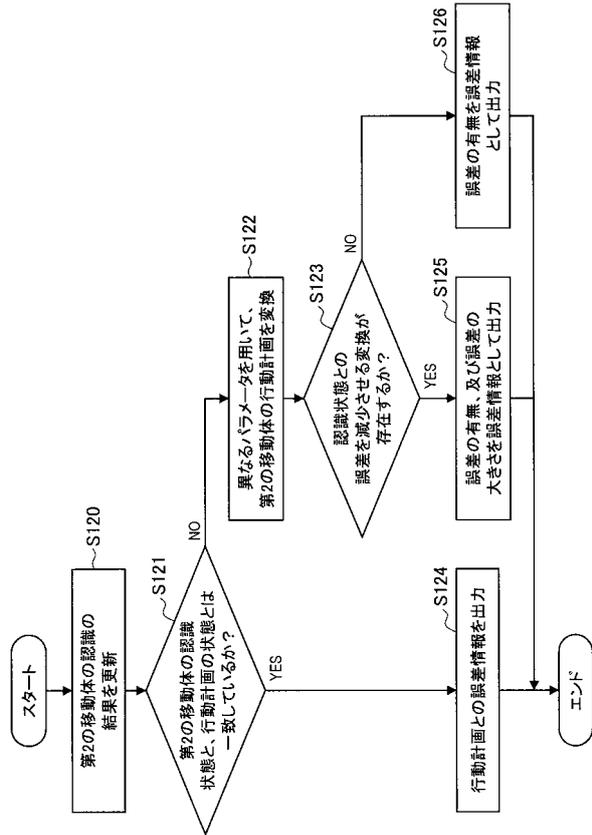
【 図 4 E 】



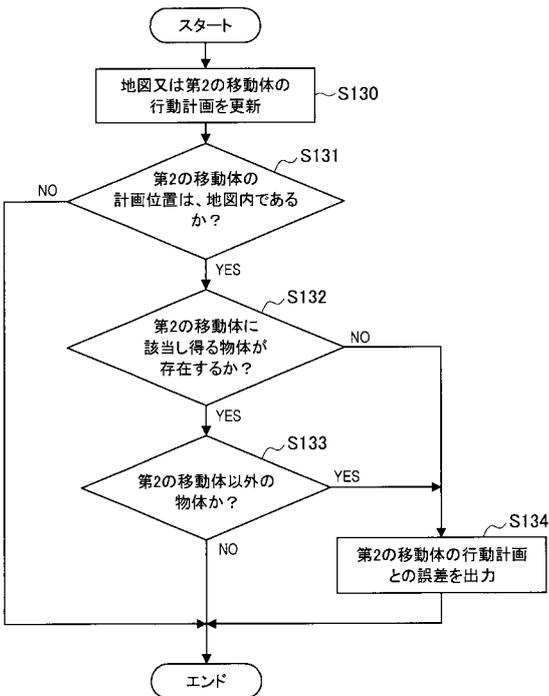
【 図 5 】



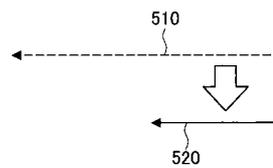
【 図 6 A 】



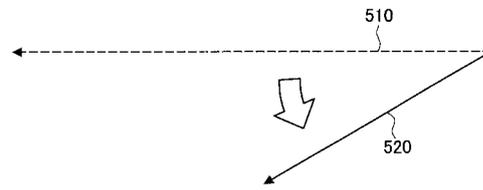
【 図 6 B 】



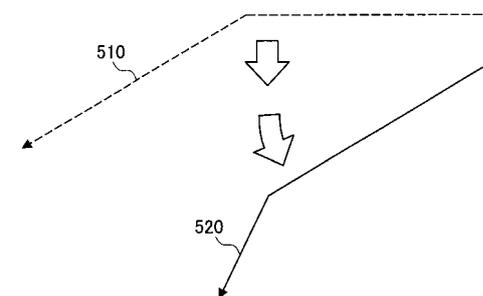
【 図 7 A 】



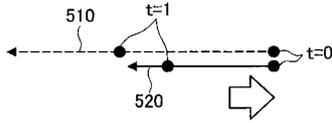
【 図 7 B 】



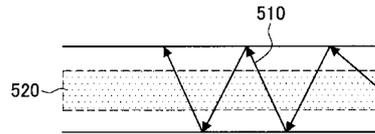
【 図 7 C 】



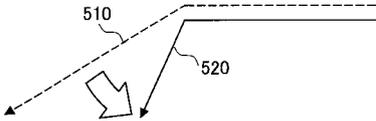
【 図 7 D 】



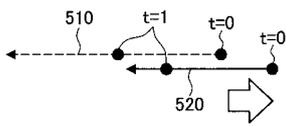
【 図 7 G 】



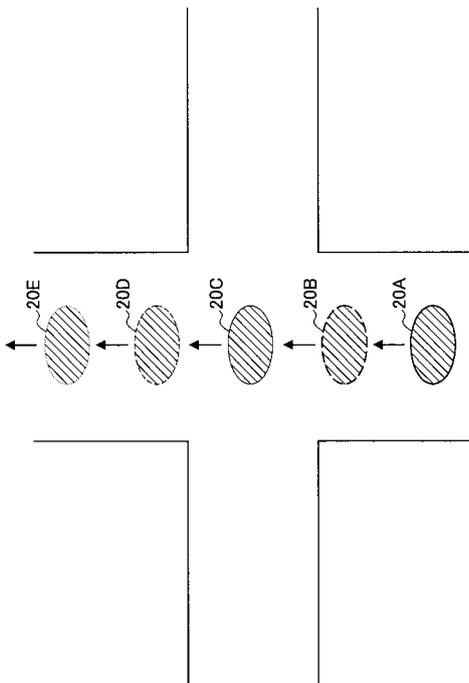
【 図 7 E 】



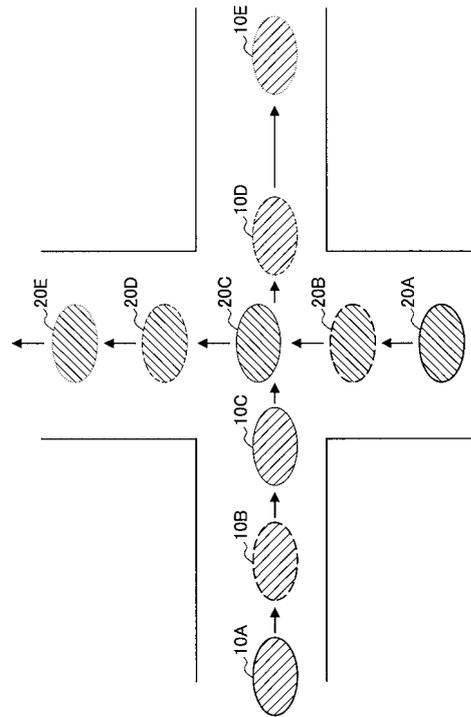
【 図 7 F 】



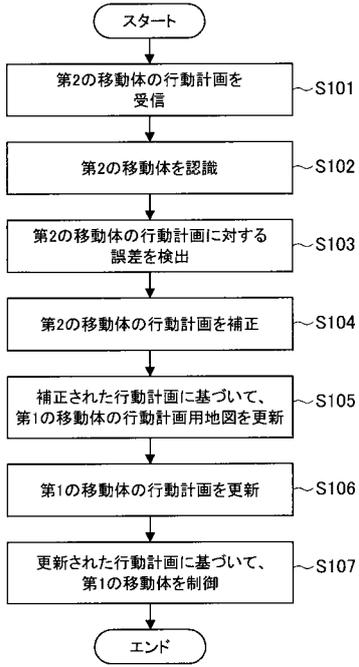
【 図 8 A 】



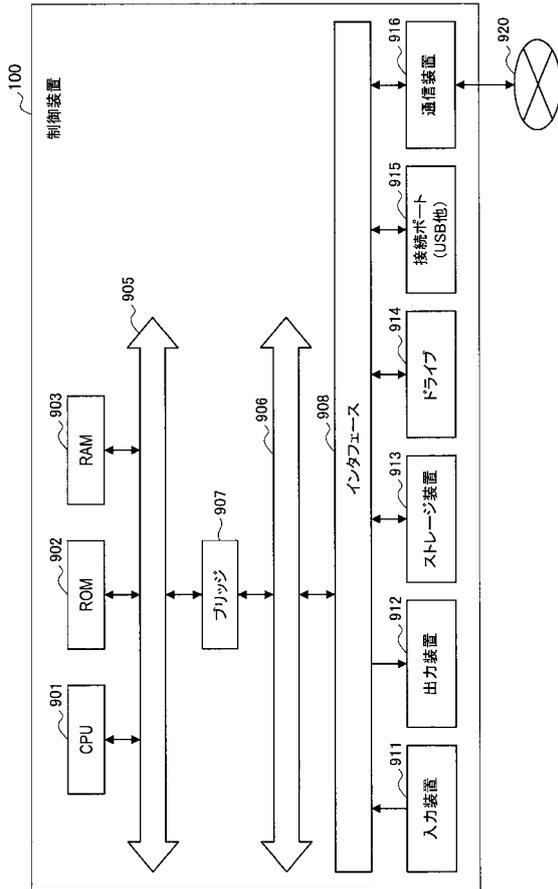
【 図 8 B 】



【 図 9 】



【 図 10 】



フロントページの続き

(72)発明者 竹村 真一

東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内

Fターム(参考) 5H301 AA01 CC03 CC06 CC10 GG07 GG08 GG09 LL03 LL06