

(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2021-146491  
(P2021-146491A)

(43) 公開日 令和3年9月27日 (2021.9.27)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)  
**B 2 5 J 5/00 (2006.01)** B 2 5 J 5/00 C 3 C 7 0 7  
 B 2 5 J 5/00 A

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2020-51892 (P2020-51892)  
 (22) 出願日 令和2年3月23日 (2020.3.23)

(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 100093241  
 弁理士 官田 正昭  
 (74) 代理人 100101801  
 弁理士 山田 英治  
 (74) 代理人 100095496  
 弁理士 佐々木 榮二  
 (74) 代理人 100086531  
 弁理士 澤田 俊夫  
 (74) 代理人 110000763  
 特許業務法人大同特許事務所

最終頁に続く

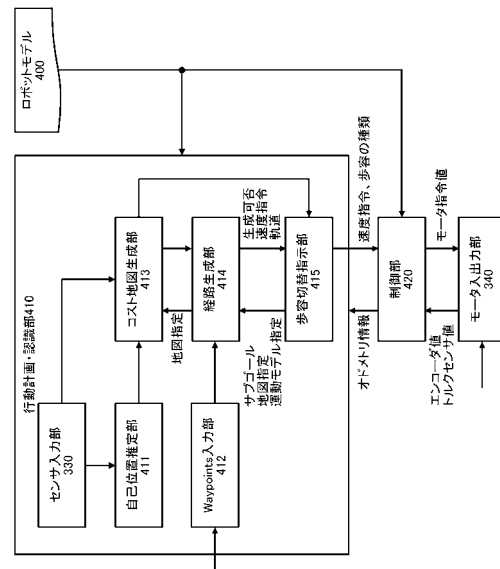
(54) 【発明の名称】 制御装置及び制御方法、並びにコンピュータプログラム

(57) 【要約】

【課題】複数の歩容が選択可能なロボットを制御する制御を提供する。

【解決手段】制御装置は、複数の歩容が選択可能なロボットの歩容毎のコスト地図を生成するコスト地図生成部と、前記コスト地図生成部が生成したコスト地図を用いて、前記ロボットの歩容切替を含めた経路を生成する経路生成部を具備する。前記経路生成部は、前記複数の歩容のうち踏破性能の高い歩容のコスト地図を用いて最短経路を探索し、見つけた経路上の歩容切替点の探索を行い、歩容切替点が存在する場合には、歩容切替点をサブゴールとして、目的関数から選択される歩容のコスト地図で経路を再探索する。

【選択図】 図4



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

複数の歩容が選択可能なロボットの歩容毎のコスト地図を生成するコスト地図生成部と

、  
前記コスト地図生成部が生成したコスト地図を用いて、前記ロボットの歩容切替を含めた経路を生成する経路生成部と、  
を具備する前記ロボットの制御装置。

**【請求項 2】**

前記経路生成部は、前記複数の歩容のうち踏破性能の高い歩容のコスト地図を用いて最短経路を探索し、見つけた経路上の歩容切替点の探索を行い、歩容切替点が存在する場合には、歩容切替点をサブゴールとして、目的関数から選択されたる歩容のコスト地図で経路を再探索する、  
請求項 1 に記載の制御装置。

10

**【請求項 3】**

前記経路生成部は、前記ロボット装置の身体性を考慮して、歩容切替点を探索する、  
請求項 1 に記載の制御装置。

**【請求項 4】**

前記経路生成部が生成したコスト地図に基づいて、前記ロボットに対して歩容切替を含む歩容に実施に関する指示を行う指示部をさらに備える、  
請求項 1 に記載の制御装置。

20

**【請求項 5】**

前記指示部は、前記ロボットに対して歩容切替の遷移時間を指示する、  
請求項 4 に記載の制御装置。

**【請求項 6】**

前記ロボットは脚と車輪を備え、  
前記コスト地図生成部は、脚を用いた歩容における脚コスト地図と車輪を用いた歩容における車輪コスト地図を生成し、  
前記経路生成部は、脚と車輪の歩容切替を含めた前記ロボット経路を生成する、  
請求項 1 に記載の制御装置。

**【請求項 7】**

前記ロボットは、脚を備え、脚の周期が異なる複数の歩容が選択可能であり、  
前記コスト地図生成部は、脚を用いた前記複数の歩容毎のコスト地図を生成し、  
前記経路生成部は、脚の周期が異なる歩容切替を含めた前記ロボット経路を生成する、  
請求項 1 に記載の制御装置。

30

**【請求項 8】**

前記複数の歩容はクロール、トロット、ギャロップのうち少なくとも 2 つを含む、  
請求項 7 に記載の制御装置。

**【請求項 9】**

複数の歩容が選択可能なロボットの歩容毎のコスト地図を生成するコスト地図生成ステップと、  
前記コスト地図生成ステップで生成したコスト地図を用いて、前記ロボットの歩容切替を含めた経路を生成する経路生成ステップと、  
を有する前記ロボットの制御方法。

40

**【請求項 10】**

複数の歩容が選択可能なロボットの歩容毎のコスト地図を生成するコスト地図生成部、  
前記コスト地図生成部が生成したコスト地図を用いて、前記ロボットの歩容切替を含めた経路を生成する経路生成部、  
としてコンピュータを機能させるようにコンピュータ可読形式で記述されたコンピュータプログラム。

**【発明の詳細な説明】**

50

## 【技術分野】

## 【0001】

本明細書で開示する技術（以下、「本開示」とする）は、ロボットを制御する制御装置及び制御方法、並びにコンピュータプログラムに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

近年、移動ロボットの開発が進められ、各種業界に普及しつつある。自律移動ロボットは、荷物の運搬などに利用される。移動ロボットは、機構上、脚型、車輪型、クローラ型、節体幹型などに分類することができる。例えば脚と車輪など複数の移動機構を備えた複合型の移動ロボットが提案されている（特許文献1を参照のこと）。

10

## 【0003】

脚と車輪という複数の歩容が選択可能なロボットにおいて、平地は速度が速い車輪を用いた歩容を選択し、階段や凹凸のある場所では踏破性能の高い脚を用いた歩容を選択して移動したい。また、移動の際は、動的障害物の回避する必要があるため、即応性も重要である。したがって、限られた計算資源でリアルタイムに歩容を切り替えながら進める経路生成が必要である。

## 【0004】

例えば、路面の状況と現在の姿勢に基づいて歩容を変更する歩行ロボット装置が提案されている（特許文献2を参照のこと）。この歩行ロボット装置は、移動機構として脚の1種類しか装備していないので、クロール歩行とトロット歩行を切り替えるだけであり、移動機構の切り替えを行うものではない。

20

## 【0005】

また、障害物を避けながら視点から終点まで移動する経路を生成する移動ロボットの経路作成方法が提案されている（特許文献3を参照のこと）。しかしながら、この方法は、動的障害物回避に対応するのは困難であり、移動機構の切り替えを考慮して経路を生成するものではない。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0006】

【特許文献1】特開2014-161991号公報

30

【特許文献2】特開2006-255798号公報

【特許文献3】特開平10-333746号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0007】

本開示の目的は、複数の歩容が選択可能なロボットを制御する制御装置及び制御方法、並びにコンピュータプログラムを提供することにある。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0008】

本開示は、上記課題を参酌してなされたものであり、その第1の側面は、複数の歩容が選択可能なロボットの歩容毎のコスト地図を生成するコスト地図生成部と

40

、前記コスト地図生成部が生成したコスト地図を用いて、前記ロボットの歩容切替を含めた経路を生成する経路生成部と、を具備する前記ロボットの制御装置である。

## 【0009】

前記経路生成部は、前記複数の歩容のうち踏破性能の高い歩容のコスト地図を用いて最短経路を探索し、見つけた経路上の歩容切替点の探索を行い、歩容切替点が存在する場合には、歩容切替点をサブゴールとして、目的関数から選択されたる歩容のコスト地図で経路を再探索する。

50

## 【0010】

前記経路生成部が生成したコスト地図に基づいて、前記ロボットに対して歩容切替を含む歩容に実施に関する指示を行う際に、前記ロボットに対して歩容切替の遷移時間を併せて指示するようにしてもよい。

## 【0011】

また、本開示の第2の側面は、

複数の歩容が選択可能なロボットの歩容毎のコスト地図を生成するコスト地図生成ステップと、

前記コスト地図生成ステップで生成したコスト地図を用いて、前記ロボットの歩容切替を含めた経路を生成する経路生成ステップと、

を有する前記ロボットの制御方法である。

## 【0012】

また、本開示の第3の側面は、

複数の歩容が選択可能なロボットの歩容毎のコスト地図を生成するコスト地図生成部、

前記コスト地図生成部が生成したコスト地図を用いて、前記ロボットの歩容切替を含めた経路を生成する経路生成部、

としてコンピュータを機能させるようにコンピュータ可読形式で記述されたコンピュータプログラムである。

## 【0013】

本開示の第3の側面に係るコンピュータプログラムは、コンピュータ上で所定の処理を実現するようにコンピュータ可読形式で記述されたコンピュータプログラムを定義したものである。換言すれば、本開示の第3の側面に係るコンピュータプログラムをコンピュータにインストールすることによって、コンピュータ上では協働的作用が発揮され、本開示の第1の側面に係る制御装置と同様の作用効果を得ることができる。

## 【発明の効果】

## 【0014】

本開示によれば、複数の歩容が選択可能なロボットの歩容の切り替えを含めて経路生成を行うロボットの制御装置及び制御方法、並びにコンピュータプログラムを提供することができる。

## 【0015】

なお、本明細書に記載された効果は、あくまでも例示であり、本開示によりもたらされる効果はこれに限定されるものではない。また、本開示が、上記の効果以外に、さらに付加的な効果を奏する場合もある。

## 【0016】

本開示のさらに他の目的、特徴や利点は、後述する実施形態や添付する図面に基づくより詳細な説明によって明らかになるであろう。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0017】

【図1】図1は、ロボット装置100の構成例を示した図である。

【図2】図2は、ロボット装置200の構成例を示した図である。

【図3】図3は、ロボット装置100の制御システム300の構成例を示した図である。

【図4】図4は、ロボット装置100の経路生成を行うための機能的構成例を示した図である。

【図5】図5は、ロボット装置100の経路生成を行うための処理手順を示したフローチャートである。

【図6】図6は、脚コスト地図の一例を示した図である。

【図7】図7は、車輪コスト地図の一例を示した図である。

【図8】図8は、ロボット装置100の脚コスト地図上で生成した経路を示した図である。

【図9】図9は、ロボット装置100の経路上で探索した歩容切替点を車輪コスト地図上

10

20

30

40

50

で示した図である。

【図 1 0】図 1 0 は、ロボット装置 1 0 0 の幅を考慮して歩容切替点を探索する例を示した図である。

【図 1 1】図 1 1 は、ロボット装置 1 0 0 の幅を考慮して歩容切替点を探索する例を示した図である。

【図 1 2】図 1 2 は、ロボット装置 1 0 0 の幅を考慮して歩容切替点を探索する例を示した図である。

【図 1 3】図 1 3 は、ロボット装置 1 0 0 の幅を考慮して歩容切替点を探索する例を示した図である。

【図 1 4】図 1 4 は、ロボット装置 1 0 0 の幅を考慮して歩容切替点を探索する例を示した図である。

10

【図 1 5】図 1 5 は、ロボット装置 1 0 0 の身体性を考慮して歩容切り替えを行う例を示した図である。

【図 1 6】図 1 6 は、ロボット装置 1 0 0 の身体性を考慮して歩容切り替えを行う例を示した図である。

【図 1 7】図 1 7 は、ロボット装置 1 0 0 の身体性を考慮して歩容切り替えを行う例を示した図である。

【図 1 8】図 1 8 は、ロボット装置 1 0 0 の身体性を考慮して歩容切り替えを行う例を示した図である。

【図 1 9】図 1 9 は、ロボット装置 1 0 0 の身体性を考慮して歩容切り替えを行う例を示した図である。

20

【図 2 0】図 2 0 は、ロボット装置 1 0 0 の身体性を考慮して歩容切り替えを行う例を示した図である。

【図 2 1】図 2 1 は、ロボット装置 1 0 0 の身体性を考慮して歩容切り替えを行う例を示した図である。

【図 2 2】図 2 2 は、ロボット装置 1 0 0 の身体性を考慮して歩容切り替えを行う例を示した図である。

【図 2 3】図 2 3 は、ロボット装置 1 0 0 の身体性を考慮して歩容切り替えを行う例を示した図である。

【図 2 4】図 2 4 は、ロボット装置 1 0 0 の身体性を考慮して歩容切り替えを行う例を示した図である。

30

【図 2 5】図 2 5 は、ロボット装置 1 0 0 の身体性を考慮して歩容切り替えを行う例を示した図である。

【図 2 6】図 2 6 は、ロボット装置 1 0 0 の身体性を考慮して歩容切り替えを行う例を示した図である。

【図 2 7】図 2 7 は、ロボット装置 1 0 0 の身体性を考慮して歩容切り替えを行う例を示した図である。

【図 2 8】図 2 8 は、ロボット装置 1 0 0 の身体性を考慮して歩容切り替えを行う例を示した図である。

【図 2 9】図 2 9 は、ロボット装置 1 0 0 の身体性を考慮して歩容切り替えを行う例を示した図である。

40

【図 3 0】図 3 0 は、ロボット装置 1 0 0 の経路生成を行うための機能的構成例を示した図である。

【発明を実施するための形態】

【0 0 1 8】

以下、図面を参照しながら本開示に係る技術について、以下の順に従って説明する。

- A．外観構成
- B．制御システム構成
- C．経路生成のための機能的構成
- D．経路生成手順

50

- E . 経路生成の具体例
- F . 経路生成手順の変形例
- G . 本開示の特徴と効果

#### 【 0 0 1 9 】

##### A . 外観構成

図 1 には、本開示が適用されるロボット装置 1 0 0 の構成例を模式的に示している。ロボット装置 1 0 0 は、本体部 1 0 1 と、視覚センサ 1 0 2 と、関節部 1 0 3 と、脚部 1 1 0 A ~ D の 4 脚を備えている。

#### 【 0 0 2 0 】

視覚センサ 1 0 2 は、ロボット装置 1 0 0 の周辺的环境を視覚的に認識するセンサであり、例えばカメラ（ステレオカメラを含む）、赤外線カメラ、TOF（Time Of Flight）センサ、LiDAR などのうち少なくとも 1 つを含む。視覚センサ 1 0 2 は、視覚センサ 1 0 2 の視線方向を上下左右に動かすための関節部 1 0 3 を介して本体部 1 0 1 に取り付けられている。また、ロボット装置 1 0 0 は、本体部 1 0 1 や各脚部 1 1 0 A ~ D に搭載された IMU（Inertial Measurement Unit）、各脚部 1 1 0 A ~ D の足底の接地センサ、本体部 1 0 1 の表面の触覚センサなど、視覚センサ 1 0 2 以外のセンサを備えていてもよい。

#### 【 0 0 2 1 】

移動手段としての脚部 1 1 0 A ~ D は、それぞれ股関節に相当する関節部 1 1 1 A ~ D を介して本体部 1 0 1 に接続されている。各々の脚部 1 1 0 A ~ D は、大腿部リンクと下腿部リンクを接続する関節部 1 1 2 A ~ D と、下腿部リンクの先端（又は、足底）の車輪部 1 1 3 A ~ D を備えている。したがって、ロボット装置 1 0 0 は、脚（歩行）と車輪という 2 種類の歩容が選択可能な 4 脚ロボットである。ロボット装置 1 0 0 が備える各歩容は踏破性能及び移動速度が異なる。

#### 【 0 0 2 2 】

関節部 1 1 1 A ~ D、並びに関節部 1 1 2 A ~ D は、少なくともピッチ回りの自由度を有する。関節部 1 1 1 A ~ D、並びに関節部 1 1 2 A ~ D は、関節駆動用のモータと、モータの位置を検出するためのエンコーダ、減速機、モータの出力軸側のトルクを検出するためのトルクセンサを備えている（いずれも図示しない）。但し、トルクセンサは本開示を実現するための必須の構成要素ではない。

#### 【 0 0 2 3 】

また、図 2 には、本開示が適用されるロボット装置 2 0 0 の構成例を模式的に示している。ロボット装置 2 0 0 は、本体部 2 0 1 と、視覚センサ 2 0 2 と、関節部 2 0 3 と、右脚部 2 1 0 R 及び左脚部 2 1 0 L の 2 脚と、右腕部 2 2 0 R 及び左腕部 2 2 0 L を備えている。

#### 【 0 0 2 4 】

視覚センサ 2 0 2 は、ロボット装置 2 0 0 の周辺的环境を視覚的に認識するセンサであり、例えばカメラ（ステレオカメラを含む）、赤外線カメラ、TOF センサ、LiDAR などのうち少なくとも 1 つを含む。視覚センサ 2 0 2 は、視覚センサ 2 0 2 の視線方向を上下左右に動かすための関節部 2 0 3 を介して本体部 2 0 1 に取り付けられている。

#### 【 0 0 2 5 】

移動手段としての右脚部 2 1 0 R 及び左脚部 2 1 0 L は、それぞれ股関節に相当する関節部 2 1 1 R 及び 2 1 1 L を介して本体部 2 0 1 の下端に接続されている。右脚部 2 1 0 R 及び左脚部 2 1 0 L は、大腿部リンクと下腿部リンクを接続する膝関節に相当する関節部 2 1 2 R 及び 2 1 2 L と、下腿部リンクの先端の接地部（又は、足部）2 1 3 R 及び 2 1 3 L をそれぞれ備えている。接地部 2 1 3 R 及び 2 1 3 L は車輪部を持つ。したがって、ロボット装置 2 0 0 は、脚と車輪という 2 種類の歩容が選択可能な 2 脚ロボットである。

#### 【 0 0 2 6 】

右腕部 2 2 0 R 及び左腕部 2 2 0 L は、それぞれ肩関節に相当する関節部 2 2 1 R 及び 2 2 1 L を介して本体部 2 0 1 の上端付近に接続されている。右腕部 2 2 0 R 及び左腕部

10

20

30

40

50

220Lは、上腕部リンクと前腕部リンクを接続する肘関節部に相当する関節部222R及び222Lと、前腕部リンクの先端の手部（又は把持部）223R及び223Lをそれぞれ備えている。

【0027】

関節部211R及び211L、関節部212R及び212L、関節部221R及び221L、並びに関節部222R及び222Lは、関節駆動用のモータと、モータの位置を検出するためのエンコーダ、減速機、モータの出力軸側のトルクを検出するためのトルクセンサを備えている（いずれも図示しない）。但し、トルクセンサは本開示を実現するための必須の構成要素ではない。

【0028】

B. 制御システム構成

図3には、ロボット装置100の制御システム300の構成例を示している。制御システム300のコンポーネントの一部又は全部は本体部101に内蔵されている。あるいは、制御システム300は、ロボット装置100とは物理的に独立した装置で、ロボット装置100と無線又は有線で接続される。例えば制御システム300の一部又は全部のコンポーネントはクラウド上に設置され、ネットワーク経由でロボット装置100と相互接続されていてよい。また、ロボット装置200の制御システムも同様の構成であるものと理解されたい。

【0029】

制御システム300は、CPU（Central Processing Unit）301の統括的な制御下で動作する。図示の例では、CPU301は、プロセッサコア301A及びプロセッサコア301Bを含むマルチコア構成である。CPU301は、バス310を介して制御システム300内の各コンポーネントと相互接続される。

【0030】

記憶装置320は、例えばハードディスクドライブ（HDD）やソリッドステートドライブ（SSD）などの大容量の外部記憶装置で構成され、CPU301が実行するプログラムや、プログラムを実行中に使用し又はプログラムを実行して生成されるデータなどのファイルを格納する。CPU301は、例えばロボット装置100の各関節部のモータを駆動するデバイスドライバや、視覚センサ102で撮影したデータを処理する画像処理プログラム、ロボット装置100の経路を作成する経路生成プログラムなどを実行する。

【0031】

メモリ321は、ROM（Read Only Memory）やRAM（Random Access Memory）で構成される。ROMには、例えば制御システム300の起動用プログラムや基本入出力用プログラムが格納される。RAMは、CPU301が実行するプログラムをロードしたり、プログラム実行中に使用するデータを一時的に格納したりするために使用される。例えば、リアルタイムに生成されるロボット装置100の脚及び車輪の歩容毎のコスト地図がRAMに格納される。

【0032】

表示部322は、例えば液晶ディスプレイや有機EL（Electro Luminescence）ディスプレイで構成される。表示部322は、CPU301がプログラム実行中のデータや実行結果を表示する。例えば経路生成プログラムの実行結果や、ロボット装置100の歩容毎のコスト地図などが、表示部322に表示される。

【0033】

センサ入力部330は、視覚センサ102など、ロボット装置100が装備する各種センサからのセンサ信号を制御システム300に取り込むための信号処理を行う。モータ入出力部340は、ロボット装置100の各関節部のモータに対する指令信号の出力や、モータの位置を検出するためのエンコーダやモータの出力軸側のトルクセンサのセンサ信号の入力など、各モータとの信号の入出力処理を行う。

【0034】

ネットワーク入出力部350は、制御システム300とクラウドとの入出力処理を行う

10

20

30

40

50

。ネットワーク入出力部 350 は、ロボット装置 100 の経路作成に必要な経路上の地点情報（後述する Waypoints など）のクラウドからのダウンロードや、生成した経路情報のクラウドへのアップロードなどを行うための入出力処理を行う。

【0035】

#### C. 経路生成のための機能的構成

図 4 には、制御システム 300 において、ロボット装置 100 の経路生成を行うための機能的構成例を模式的に示している。図示の機能ブロックは、CPU 301 が実行するソフトウェアモジュールと、ロボット装置 100 や制御システム 300 のハードウェアモジュールとの組み合わせによって実現される。

【0036】

ロボットモデル 400 は、形状、リンク長、関節駆動用モータの減速比、重量及びイナーシャなど、対象とするロボット装置 100（又は、ロボット装置 200）を使用するために必須な基本情報からなる。行動計画・認識部 410 及び制御部 420 は、ロボットモデル 400 を取り込む。行動計画・認識部 410 及び制御部 420 は、例えば CPU 301 が実行するソフトウェアモジュールからなる。

【0037】

ロボット 100 の経路生成処理は、センサ情報に基づいて環境を認識してロボット装置 100 の行動計画を立案する処理を行う行動計画・認識部 410 の一部に位置付けることができる。行動計画・認識部 410 は、経路生成処理のために、自己位置推定部 411、Waypoints 入力部 412、コスト地図生成部 413、経路生成部 414、歩容切替指示部 415 の各機能モジュールを備えている。これらの機能モジュール 411 ~ 415 は、例えば CPU 301 が実行するソフトウェアモジュールからなる。

【0038】

センサ入力部 330 は、視覚センサ 102（カメラ、TOF センサ、LiDAR など）、IMU などのセンサ情報を受け取り、他のモジュールへ提供する。

【0039】

自己位置推定部 411 は、センサ入力部 330 から提供されるセンサ情報や制御部 420 から提供されるオドメトリ情報に基づいて、ロボット装置 100 の自己位置の推定を行う。自己位置推定部 411 は、例えば SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) アルゴリズムを使用する。

【0040】

Waypoints 入力部 412 は、制御システム 300 の外部又は内部のグローバルパスプランを司るモジュールから出力される Waypoints を入力して、行動計画・認識部 410 内の各モジュールに提供する。Waypoints は、中継地点及びゴール地点を含む経路上の地点情報である。

【0041】

コスト地図生成部 413 は、センサ入力部 330 から提供されるセンサ情報と、自己位置推定部 411 が推定するロボット装置 100 の自己位置に基づいて、ロボット装置 100 が備える歩容毎に、移動コストを表すコスト地図を生成する。コスト地図は、例えば 2 次元格子状マップのグリッド毎に、ロボット装置 100 が通過するのに要する移動コストを表した地図である。グリッドのサイズは例えば 5 cm x 5 cm、あるいは 2.5 cm x 2.5 cm 程度である。本実施形態では、ロボット装置 100 は脚と車輪という 2 種類の歩容が選択可能であるので、コスト地図生成部 413 は、脚用の「脚コスト地図」と、車輪用の「車輪コスト地図」の 2 種類のコスト地図を生成する。また、トロット歩行やクロール歩行、ギャロップ歩行など、同じ脚を用いるが脚の動かし方が異なる複数種類の歩容を利用する場合には、コスト地図生成部 413 は歩行方法が異なる歩容毎の脚コスト地図を生成する。さらに、トロット歩行のみの場合においても、脚を動かす周期によって、移動速度や踏破性能が異なる。この場合は、例えばトロット歩行 1 Hz のコスト地図と、トロット歩行 2 Hz のコスト地図を生成する。歩容毎の踏破性能の相違などにより、同じ地形や障害物であっても、歩容毎に移動コストが異なる。このため、踏破性能が低い車輪用

10

20

30

40

50



の車輪コスト地図には描かれる障害物が、踏破性能が高い脚用の脚コスト地図には描かれない（又は、描かれ方が異なる）といったこともある。なお、コスト地図生成部 4 1 3 は、例えば数百ミリ秒周期で、各歩容のコスト地図を更新する。したがって、歩容毎のコスト地図には、地形や段差、路面に設置された物体などの静的な障害物だけでなく、人や動物、移動体などの動的な障害物の情報も描かれる。

#### 【 0 0 4 2 】

経路生成部 4 1 4 は、Way points 入力部 4 1 2 から提供される Way points に基づいて、コスト地図生成部 4 1 3 に対して、どの歩容に対応するコスト地図が必要であるかを指示して、コスト地図生成部 4 1 3 からそのコスト地図を受け取る。そして、経路生成部 4 1 4 は、コスト地図に基づいて該当する歩容を用いた経路の生成を試み、経路を生成できたか否かを示す生成成否と、経路を生成することができた場合にはその軌道を達成するための速度指令及び軌道を歩容切替指示部 4 1 5 に出力する。経路生成部 4 1 4 は、例えば Dynamic Window Approach (DWA) などの障害物回避も可能な経路生成アルゴリズムを用いてロボット装置 1 0 0 の経路を生成する。

10

#### 【 0 0 4 3 】

歩容切替指示部 4 1 5 は、コスト地図生成部 4 1 3 から取得した歩容毎のコスト地図から、経路上でロボット装置 1 0 0 が歩容を切り替える歩容切替点を計算する。ロボット装置 1 0 0 は、移動手段として脚と車輪を備えることから、歩容は脚と車輪の 2 つに大別される。また、ロボット装置 1 0 0 は、4 脚を備えることから、脚を用いた歩容の種類は、トロット歩行やクロール歩行、ギャロップ歩行など、さらに複数の歩容に分類することができる。さらに、歩容の周期変更や、駆け足と忍び足といったものも含まれる。後述するように、歩容切替指示部 4 1 5 は、経路生成部 4 1 4 が生成した経路上でのみ歩容切替点を探索するので、計算リソースが少なく済む。そして、歩容切替指示部 4 1 5 は、制御部 4 2 0 に対して、ロボット装置 1 0 0 の歩容の種類の変更や速度指令を指示する。

20

#### 【 0 0 4 4 】

制御部 4 2 0 は、歩容切替指示部 4 1 5 からの指令に基づいて、指定された歩容を行うための、ロボット装置 1 0 0 の各関節駆動用のモータの指令値をモータ入出力部 3 4 0 に指示する。また、制御部 4 2 0 は、モータ入出力部 3 4 0 からフィードバックされるエンコーダの検出情報（モータの出力軸の回転角）などに基づいて、オドメトリ情報を行動計画・認識部 4 1 0 に出力する。

30

#### 【 0 0 4 5 】

モータ入出力部 3 4 0 は、ロボット装置 1 0 0 の各関節部のモータに対する指令信号の出力や、モータの位置を検出するためのエンコーダやモータの出力軸側のトルクセンサのセンサ信号の入力など、各モータとの信号の入出力処理を行う。また、モータ入出力部 3 4 0 は、エンコーダやトルクセンサの検出信号を制御部 4 2 0 にフィードバックする。

#### 【 0 0 4 6 】

### D . 経路生成手順

図 5 には、図 4 に示した機能的構成を用いてロボット装置 1 0 0 の経路生成を行うための処理手順をフローチャートの形式で示している。以下では、説明の簡素化のため、ロボット装置 1 0 0 は脚と車輪という 2 種類の歩容が選択可能であり、脚は「踏破性能は高いが速度が遅い」歩容であり、車輪は「速度は速いが踏破性能に劣る」歩容であるとする。また、コスト地図生成部 4 1 3 は、歩容毎のコスト地図として、脚コスト地図と車輪コスト地図を生成するものとする。

40

#### 【 0 0 4 7 】

コスト地図生成部 4 1 3 において、コスト地図が更新されなければ、何もしない（ステップ S 5 0 1 の No）。コスト地図生成部 4 1 3 において、コスト地図が更新されると（ステップ S 5 0 1 の Yes）、経路生成部 4 1 4 は、踏破性能の高い歩容のコスト地図（本実施形態では、脚コスト地図）で、経路を生成する（ステップ S 5 0 2）。この結果として、耐性のある又は安定した歩容での最短ルートが得られる。

#### 【 0 0 4 8 】

50

次いで、歩容切替指示部 4 1 5 は、コスト地図生成部 4 1 3 から取得した歩容毎のコスト地図から、経路上でロボット装置 1 0 0 が歩容を切り替える歩容切替点の計算を試みる（ステップ S 5 0 3）。すなわち、歩容切替指示部 4 1 5 は、ロボット装置 1 0 0 の自己位置から進行方向に向けて、ステップ S 5 0 2 で生成した経路上に歩容切替点があるかどうかを探索する。歩容切替指示部 4 1 5 は、脚コスト地図と車輪コスト地図の差分をとり、差分と経路が交差する点を歩容切替点として見つけることができる。本開示によれば、経路上でのみ歩容切替点の探索を行うので、計算リソースが少なく済む。例えば障害物が存在し、脚と車輪など歩容毎に障害物を踏破する移動コストが異なる場合に、歩容毎のコスト地図間の差分が大きくなる。

【 0 0 4 9 】

経路上で歩容切替点が存在しない場合には（ステップ S 5 0 4 の No）、ロボット装置 1 0 0 は、ステップ S 5 0 2 で生成した通りの経路を進む（ステップ S 5 0 5）。歩容切替指示部 4 1 5 は、制御部 4 2 0 に対して、ロボット装置 1 0 0 の歩容の種類を切り替えや速度指令を指示する。そして、制御部 4 2 0 は、歩容切替指示部 4 1 5 からの指令に基づいて、指定された歩容を行うための、ロボット装置 1 0 0 の各関節駆動用のモータの指令値をモータ入出力部 3 4 0 に指示する。

【 0 0 5 0 】

一方、経路上で歩容切替点が存在する場合には（ステップ S 5 0 4 の Yes）、歩容切替指示部 4 1 5 は、ステップ S 5 0 3 で見つかった歩容切替点を目標にして、歩容切替指示部 4 1 5 は目的関数（時間、エネルギー、距離）を用いて歩容を選択して、経路生成部 4 1 4 は選択された歩容の地図で経路を生成する。そして、ロボット装置 1 0 0 は、選択した歩容及びその歩容のコスト地図で生成した経路で歩容切替点に向かって進む（ステップ S 5 0 6）。このステップ S 5 0 6 でもう一度経路生成を行うのは、選択した歩容のダイナミクスを考慮する必要があるからである。なお、各歩容のコスト地図には静的な障害物だけでなく動的な障害物も描かれており（前述）、経路上に存在する動的障害物と交差する点が歩容切替点として見つかる場合もある。

【 0 0 5 1 】

その後、ロボット装置 1 0 0 が歩容切替点に到達したかどうかをチェックする（ステップ S 5 0 7）。このチェックには、自己位置推定部 4 1 1 が推定するロボット装置 1 0 0 の自己位置を用いる。

【 0 0 5 2 】

ロボット装置 1 0 0 が歩容切替点に到達した場合には（ステップ S 5 0 7 の Yes）、歩容切替指示部 4 1 5 は、制御部 4 2 0 に対して歩容の切り替えを指示して、ロボット装置 1 0 0 は歩容を切り替える（ステップ S 5 0 8）。また、ロボット装置 1 0 0 が歩容切替点に到達していない場合には（ステップ S 5 0 7 の No）、歩容の切り替え（ステップ S 5 0 8）をスキップする。

【 0 0 5 3 】

そして、ロボット装置 1 0 0 が Way points 入力部 4 1 2 に入力されたゴール地点に到達するまで（ステップ S 5 0 9 の No）、ステップ S 5 0 1 に戻って、ロボット装置 1 0 0 は上記の処理を繰り返し実行する。

【 0 0 5 4 】

ロボット装置 1 0 0 が図 4 に示したような機能的構成を備え、且つ、図 5 に示した処理手順に従って経路生成を行うことで、踏破性能の高い歩容で最短経路を決めて、歩容切替点（サブゴール）を抽出し、目的関数を用いて必要な歩容を選択しながら進むので、無駄が少ない。したがって、リアルタイムでロボット装置 1 0 0 の経路生成を行うことが可能となる。その結果として、動的障害物を加味しながら、歩容の切り替えを含めた経路生成を、少ない計算リソースで行うことが容易になる。

【 0 0 5 5 】

#### E. 経路生成の具体例

続いて、図 4 に示した機能的構成を用いてロボット装置 1 0 0 の経路生成を行う具体例

10

20

30

40

50

について説明する。

#### 【0056】

この項でも、説明の簡素化のため、ロボット装置100は脚と車輪という2種類の歩容が選択可能であり、脚は「踏破性能は高いが速度が遅い」歩容であり、車輪は「速度は速いが踏破性能に劣る」歩容であるとする。

#### 【0057】

また、以下の説明では、図6に示す脚コスト地図600及び図7に示す車輪コスト地図700を想定する。2次元格子状マップのグリッド毎に、ロボット装置100が通過するのに要する移動コストを表した地図である。図6及び図7は同じ場所のコスト地図であり、段差601及び701を含んでいる。脚（歩行）は踏破性能が高い歩容であり、段差601でもコストはほぼ一定である。一方、車輪は踏破性能が劣る歩容であり、段差701を乗り越えることができないので、段差701内の領域は移動コストが著しく増大している。図7に示す車輪コスト地図では、移動コストが高い段差701内をグレーで表している。なお、説明の簡素化のため、以下では段差601及び701のような静的な障害物を扱うが、コスト地図生成部413は例えば数百ミリ秒毎に歩容毎のコスト地図を更新することが可能であり、動的障害物を歩容毎のコスト地図に描くことも可能である。

10

#### 【0058】

##### E-1. 具体例1

図8には、図5に示したフローチャート中のステップS502で、踏破性能の高い脚コスト地図600で生成した、ロボット装置100の自己位置からの経路801を示している。

20

#### 【0059】

図9には、図5に示したフローチャート中のステップS503で実行される、経路上の歩容切替点の探索処理の具体例を示している。ロボット装置100は車輪コスト地図700を用いて、車輪で経路801上を移動する。図9では、経路801に従って車輪で移動する各グリッドを濃いグレーで表している。経路801上で、移動コストが増大する段差701の直前のグリッド901が歩容切替点となる。歩容切替指示部415は、脚コスト地図と車輪コスト地図の差分をとり、差分と経路が交差する点を歩容切替点として見つけることができる。

#### 【0060】

30

##### E-2. 具体例2

図8及び図9に示した歩容切替点の探索例では、コスト地図上でロボット装置100を点として扱い、ロボット装置100のサイズや形状を考慮していない。これに対し、図10～図14には、ロボット装置100のサイズを考慮して歩容切替点を探索する例を示している。なお、図10～図14では、車輪から脚への歩容切替に限定して説明するので、ロボット装置100の身体性のうち横幅のみを考慮すれば十分なので、ロボット装置100を3グリッド幅のブロックとして扱うことにしている。

#### 【0061】

ロボット装置100は、コスト地図上で、3グリッド分の幅を持つ。そこで、図10に示すように、ロボット装置100の自己位置に3グリッドの幅を持つブロック1001を配置する。続いて、図11～図14に示すように、ブロック1001を、脚コスト地図700上で生成した経路801に沿って、ゴール地点に向かって1グリッドずつ移動させる。ロボット装置100は、車輪を使って移動するものとする。

40

#### 【0062】

そして、図14に示すように、ブロック1001が、移動コストが増大する段差701の直前の位置が、車輪から踏破性能の高い脚への歩容切替点（又は、歩容切替位置）となる。ロボット装置100の身体性を考慮して、ロボット装置100の形状に拘わらず、安全に歩容切替を実施することが可能である。

#### 【0063】

##### E-3. 具体例3

50

図15～図20には、ロボット装置100の形状及びサイズを考慮して、歩容切替点を通過する際に歩容切り替えを行う他の例を示している。図15～図20では、ロボット装置100は、コスト地図上で3×3グリッド分の大きさを持つ。なお、図15～図20では、ロボット装置100全体が歩容切替点を通過した後の歩容切替についても説明するために、ロボット装置100の身体性のうち幅と厚さを考慮する必要があるので、ロボット装置100を3×3グリッドの面積のあるブロックとして扱うことにしている。

【0064】

図15に示すように、ロボット装置100の自己位置に3×3グリッドのブロック1501を配置する。この時点では、ブロック1501を、移動速度が速い車輪による歩容で移動させている。そして、図16に示すように、ブロック1501の先端が段差701の直前で、車輪から踏破性能の高い脚への歩容切替点となる。図16～図20に示すように、ブロック1501を、脚コスト地図700上で生成した経路801に沿って、ゴール地点に向かって1グリッドずつ移動させる。ロボット装置100は、踏破性能の高い脚を使って移動するものとする。

10

【0065】

そして、図20に示すように、ブロック1501の終端が段差701を通過すると、ロボット装置100全体が段差701の上に乗上げたことになる。ロボット装置100は、段差701を踏破するには車輪から脚に歩容を切り替える必要があったが、段差701を踏破した後は、移動速度が速い車輪による歩容に復帰して、段差701の上を移動することができる。

20

【0066】

このように、ロボット装置100をコスト地図上で3×3グリッド分のブロック1501として扱うことにより、段差701を登り切った安全な場所を脚から車輪への歩容切替点とすることができる。ロボット装置100の身体性を考慮して、ロボット装置100の形状に拘わらず、安全に歩容切替を実施することが可能である。

【0067】

E-4. 具体例4

具体例4でも、上述した具体例3と同様に、ロボット装置100全体が歩容切替点を通過した後の歩容切替についても説明するために、ロボット装置100の身体性のうち幅と厚さを考慮する必要があるので、ロボット装置100を3×3グリッドの面積のあるブロックとして扱うことにしている。

30

【0068】

図21に示すように、段差701上にいるロボット装置100の自己位置に3×3グリッドのブロック2101を配置する。続いて、図22～図24に示すように、ブロック2101を、脚コスト地図700上で生成した経路801に沿って、ゴール地点に向かって1グリッドずつ移動させる。ロボット装置100は、車輪を使って移動するものとする。そして、図24に示すように、ブロック2101が、移動コストが増大する段差701の直前の位置が、車輪から踏破性能の高い脚への歩容切替点（又は、歩容切替位置）となる。

40

【0069】

このように、ロボット装置100をコスト地図上で3×3グリッド分のブロック2101として扱うことにより、段差701の直前で車輪から踏破性能の高い脚への歩容切替点とすることができる。ロボット装置100の身体性を考慮して、ロボット装置100の形状に拘わらず、安全に歩容切替を実施することが可能である。

【0070】

E-5. 具体例5

具体例5でも、上述した具体例3と同様に、ロボット装置100全体が歩容切替点を通過した後の歩容切替についても説明するために、ロボット装置100の身体性のうち幅と厚さを考慮する必要があるので、ロボット装置100を3×3グリッドの面積のあるブロックとして扱うことにしている。

50

## 【0071】

図25に示すように、段差701の終端の直前にいるロボット装置100の自己位置に3×3グリッドのブロック2501を配置する。続いて、図26～図29に示すように、ブロック2501を、脚コスト地図700上で生成した経路801に沿って、ゴール地点に向かって1グリッドずつ移動させる。ロボット装置100は、踏破性能の高い脚を使って移動するものとする。

## 【0072】

そして、図29に示すように、ブロック2501の終端が段差701を通過すると、ロボット装置100全体が段差701の下に平坦な面に降り切ったことになる。ロボット装置100は、段差701を踏破するには車輪から脚に歩容を切り替える必要があったが、段差701を踏破した後は、移動速度が速い車輪による歩容に復帰して、段差701の上を移動することができる。

10

## 【0073】

このように、ロボット装置100をコスト地図上で3×3グリッド分のブロック2501として扱うことにより、段差701を降り切った安全な場所を脚から車輪への歩容切替点とすることができる。ロボット装置100の身体性を考慮して、ロボット装置100の形状に拘わらず、安全に歩容切替を実施することが可能である。

## 【0074】

F. 経路生成手順の変形例

図5には、機能的構成を用いてロボット装置100の経路生成を行うための処理手順のフローチャートを示した。このフローチャートのステップS508では、歩容切替指示部415が、制御部420に対して歩容の切り替えを指示して、ロボット装置100は歩容を切り替えるようになっている。歩容切替指示部415は、歩容の種類や速度指令に加えて、歩容切替の遷移時間を制御部420に指示するようにしてもよい。図30には、この場合のロボット装置100の経路生成を行うための機能的構成例を示している。この構成例では、歩容切替指示部415が、制御部420に対して歩容の切替を指示する。

20

## 【0075】

制御部420は、歩容切替指示部415が指定した遷移時間内で滑らかに歩容を切り替えるように、制御を行う。例えば、制御部420は、歩容切替が歩容の周期であれば、遷移時間内で歩容切替前後の歩容をスプライン補間でつなげるといった対処を行う。

30

## 【0076】

歩容切替指示部415が歩容切替の遷移時間を制御部420に指示することにより、ロボット装置100は、一時停止することなく歩容切替を実施することができるようになる。ロボット装置100は歩容の切り替えの度に停止する必要がないので、より短い時間で目的地に到達することが可能となる。

## 【0077】

G. 本開示の特徴と効果

本開示の特徴と効果についてまとめておく。

## 【0078】

(1)本開示によれば、ロボット装置100の2つ以上の運動モデルと2つ以上の(又は、運動モデル毎の)コスト地図を用いて、歩容の切り替えを含めた経路生成を行うことができる。本開示によれば、踏破性能の高い歩容のコスト地図で目的地までの最短経路を探索してから、その経路上の歩容切替点の探索を行う。そして、歩容切替点が存在する場合には、歩容切替点をサブゴールとして、目的関数から選択された歩容のコスト地図で経路を再探索する。したがって、本開示によれば、踏破性能の高い歩容で最短経路を決定してからサブゴールとなる歩容切替点を抽出し、目的関数を用いて必要な歩容を選択して移動を行うので、無駄が少なく、リアルタイムの経路生成が可能である。その結果として、動的障害物を考慮しながら、歩容切替を含めた経路生成を、少ない計算リソースで実現することができる。

40

## 【0079】

50

(2) 本開示によれば、ロボット装置100の身体性を考慮して、歩容切替点の探索を行うことができる。したがって、ロボット装置100の形状やサイズに拘わらず、安全に歩容切替を実施することが可能となる。

【0080】

(3) 本開示によれば、ロボット装置100が歩容切替を行いながら経路上を移動する際に、歩容変更の遷移時間を設けることができる。したがって、ロボット装置100は、停止することなく歩容切替を実現することができ、より短い時間で目的地に到達することが可能となる。

【産業上の利用可能性】

【0081】

以上、特定の実施形態を参照しながら、本開示について詳細に説明してきた。しかしながら、本開示の要旨を逸脱しない範囲で当業者が該実施形態の修正や代用を成し得ることは自明である。

【0082】

本明細書では、本開示を脚と車輪という2種類の歩容が選択可能な4脚ロボット並びに2脚ロボットに適用した実施形態を中心に説明してきたが、本開示の要旨はこれに限定されるものではない。また、本明細書では便宜上静的な障害物のみを含むコスト地図を使った実施形態を中心に説明したが、各歩容のコスト地図には動的障害物を描くことも可能であり、本開示は、性的障害物および動的障害物にそれぞれ対応してロボットの歩容切替を含めた経路生成を行うことができる。

【0083】

例えば、脚と車輪を含む3種類以上の歩容が選択可能な移動ロボット装置、3脚又は5脚以上の脚を含む複数の歩容が選択可能な移動ロボット装置、脚又は車輪のいずれか少なくとも一方を含まない複数の歩容が選択可能な移動ロボット装置など、踏破性能と移動速度が異なる複数の歩容が選択可能なさまざまなタイプの移動ロボット装置に対して同様に本開示を適用することができる。

【0084】

また、移動機構として脚の1種類しか装備しないが、トロット歩行やクロール歩行、ギャロップ歩行など、脚の周期や運動モデルの相違により踏破性能と移動速度が異なる複数の歩容を選択可能な脚式ロボットに対しても、同様に本開示を適用することができる。

【0085】

また、飛翔時の機体の安定性や移動速度が異なる複数の飛行モードを備えた無人航空機に対しても、3次元のコスト地図を利用して、同様に本開示を適用することができる。

【0086】

要するに、例示という形態により本開示について説明してきたのであり、本明細書の記載内容を限定的に解釈するべきではない。本開示の要旨を判断するためには、特許請求の範囲を参酌すべきである。

【0087】

なお、本開示は、以下のような構成をとることも可能である。

【0088】

(1) 複数の歩容が選択可能なロボットの歩容毎のコスト地図を生成するコスト地図生成部と、

前記コスト地図生成部が生成したコスト地図を用いて、前記ロボットの歩容切替を含めた経路を生成する経路生成部と、  
を具備する前記ロボットの制御装置。

【0089】

(2) 前記経路生成部は、前記複数の歩容のうち踏破性能の高い歩容のコスト地図を用いて最短経路を探索し、見つけた経路上の歩容切替点の探索を行い、歩容切替点が存在する場合には、歩容切替点をサブゴールとして、目的関数から選択されたる歩容のコスト地図で経路を再探索する、

10

20

30

40

50

上記(1)に記載の制御装置。

【0090】

(3)前記経路生成部は、前記ロボット装置の身体性を考慮して、歩容切替点を探索する、  
上記(1)又は(2)のいずれかに記載の制御装置。

【0091】

(4)前記経路生成部が生成したコスト地図に基づいて、前記ロボットに対して歩容切替を含む歩容に実施に関する指示を行う指示部をさらに備える、  
上記(1)乃至(3)のいずれかに記載の制御装置。

【0092】

(5)前記指示部は、前記ロボットに対して歩容切替の遷移時間を指示する、  
上記(4)に記載の制御装置。

【0093】

(6)前記ロボットは脚と車輪を備え、  
前記コスト地図生成部は、脚を用いた歩容における脚コスト地図と車輪を用いた歩容における車輪コスト地図を生成し、  
前記経路生成部は、脚と車輪の歩容切替を含めた前記ロボット経路を生成する、  
上記(1)乃至(5)のいずれかに記載の制御装置。

【0094】

(7)前記ロボットは、脚を備え、脚の周期が異なる複数の歩容が選択可能であり、  
前記コスト地図生成部は、脚を用いた前記複数の歩容毎のコスト地図を生成し、  
前記経路生成部は、脚の周期が異なる歩容切替を含めた前記ロボット経路を生成する、  
上記(1)乃至(6)のいずれかに記載の制御装置。

【0095】

(8)前記複数の歩容はクローल、トロット、ギャロップのうち少なくとも2つを含む、  
上記(7)に記載の制御装置。

【0096】

(9)複数の歩容が選択可能なロボットの歩容毎のコスト地図を生成するコスト地図生成ステップと、  
前記コスト地図生成ステップで生成したコスト地図を用いて、前記ロボットの歩容切替を含めた経路を生成する経路生成ステップと、  
を有する前記ロボットの制御方法。

【0097】

(9-1)前記経路生成ステップは、前記複数の歩容のうち踏破性能の高い歩容のコスト地図を用いて最短経路を探索するステップと、見つけた経路上の歩容切替点を探索するステップと、歩容切替点が存在する場合には、歩容切替点をサブゴールとして、目的関数から選択されたる歩容のコスト地図で経路を再探索するステップを含む、上記(9)に記載の制御方法。

【0098】

(10)複数の歩容が選択可能なロボットの歩容毎のコスト地図を生成するコスト地図生成部、  
前記コスト地図生成部が生成したコスト地図を用いて、前記ロボットの歩容切替を含めた経路を生成する経路生成部、  
としてコンピュータを機能させるようにコンピュータ可読形式で記述されたコンピュータプログラム。

【符号の説明】

【0099】

100...ロボット装置、101...本体部、102...視覚センサ  
103...関節部、110A~D...脚部、111A~D...関節部  
200...ロボット装置、201...本体部、202...視覚センサ

10

20

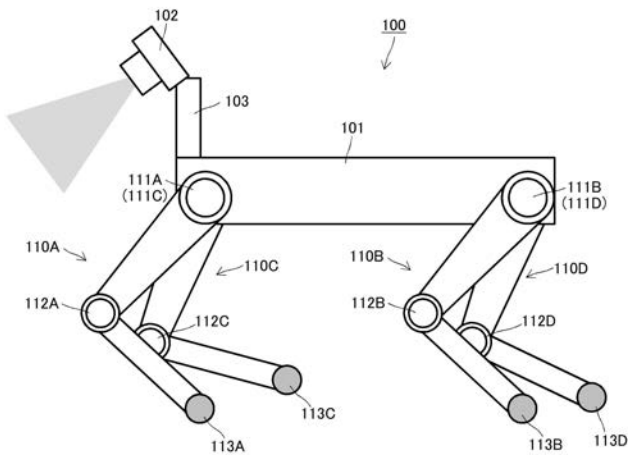
30

40

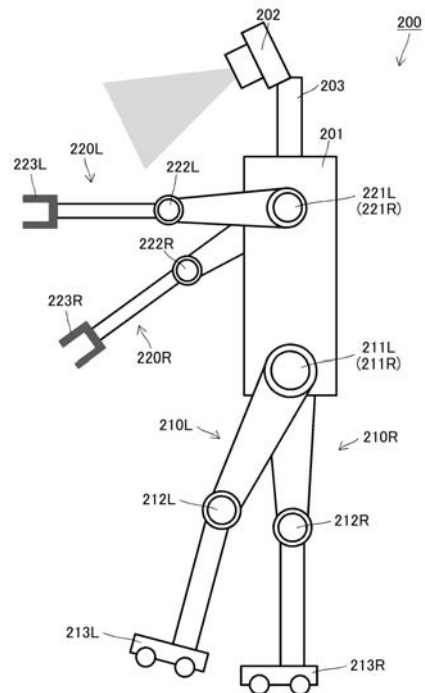
50

- 2 0 3 ... 関節部、2 1 0 R ... 右脚部、2 1 0 L ... 左脚部
- 2 1 1 R、2 1 1 L ... 関節部 (股関節)
- 2 1 2 R、2 1 2 L ... 関節部 (膝関節)
- 2 1 3 R、2 1 3 L ... 接地部 (足部)
- 2 2 0 R ... 右腕部、2 2 0 L ... 左腕部
- 2 2 1 R、2 2 1 L ... 関節部 (肩関節)
- 2 2 2 R、2 2 2 L ... 関節部 (肘関節)
- 2 2 3 R、2 2 3 L ... 把持部 (手部)
- 3 0 0 ... 制御システム、3 0 1 ... CPU
- 3 0 1 A、3 0 1 B ... プロセッサコア、3 1 0 ... バス
- 3 2 0 ... 記憶装置、3 2 1 ... メモリ、3 2 2 ... 表示部
- 3 3 0 ... センサ入力部、3 4 0 ... モータ入出力部
- 3 5 0 ... ネットワーク入出力部
- 4 0 0 ... ロボットモデル、4 1 0 ... 行動計画・認識部
- 4 1 1 ... 自己位置推定部、4 1 2 ... Waypoints 入力部
- 4 1 3 ... コスト地図生成部、4 1 4 ... 経路生成部
- 4 1 5 ... 歩容切替部、4 2 0 ... 制御部

【 図 1 】

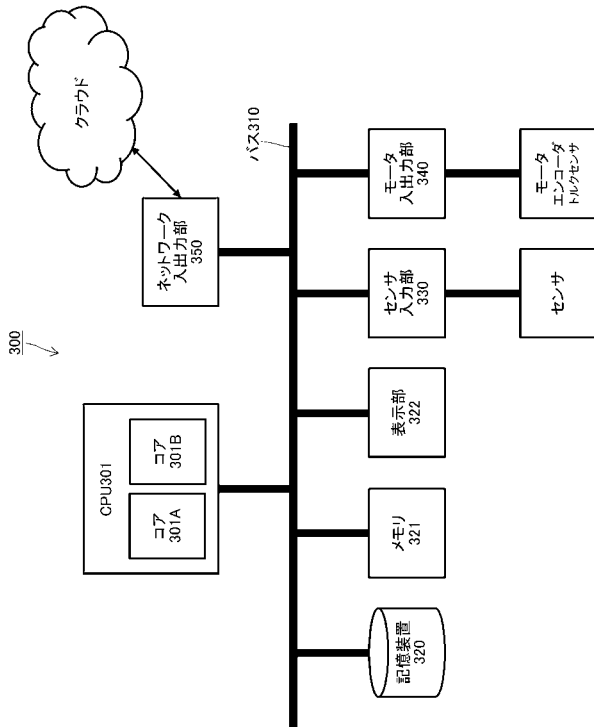


【 図 2 】

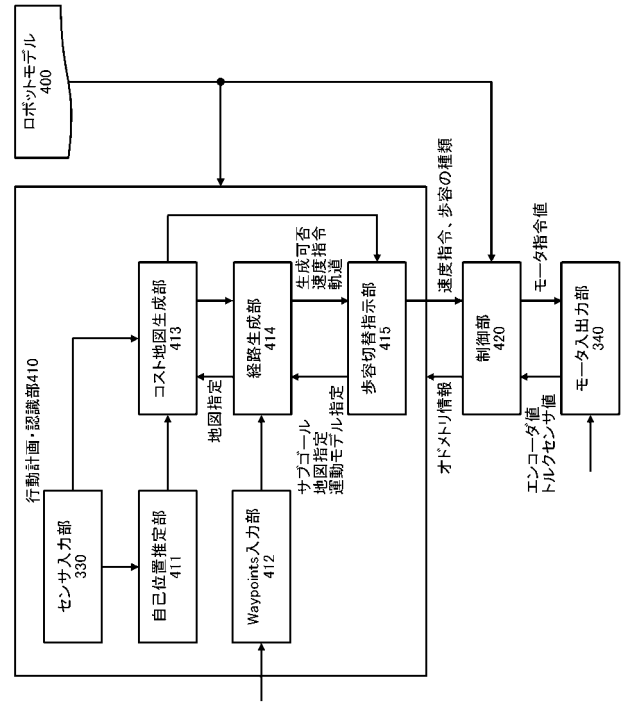




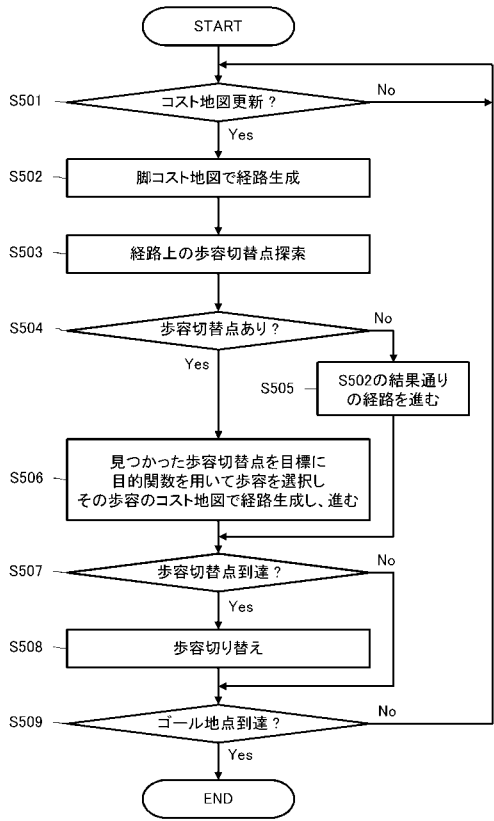
【 図 3 】



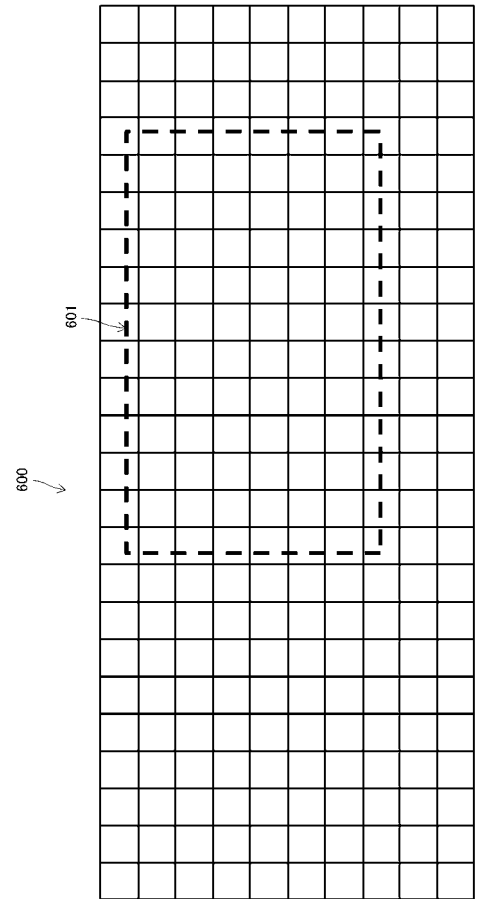
【 図 4 】



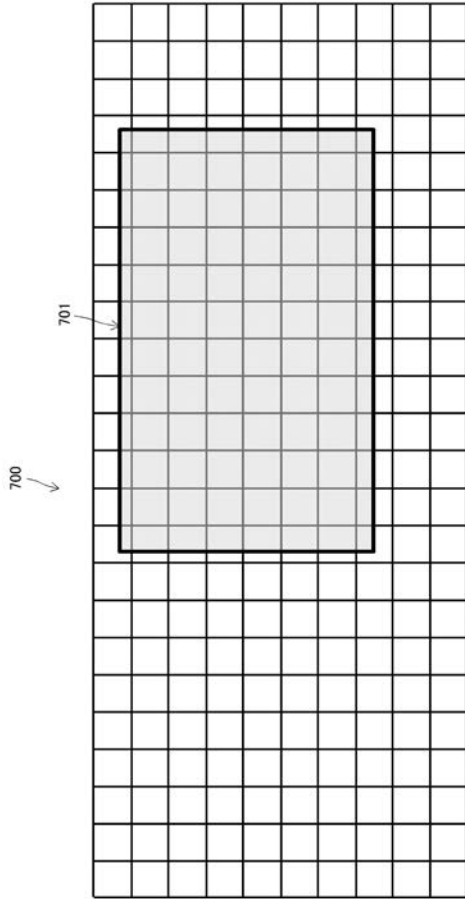
【 図 5 】



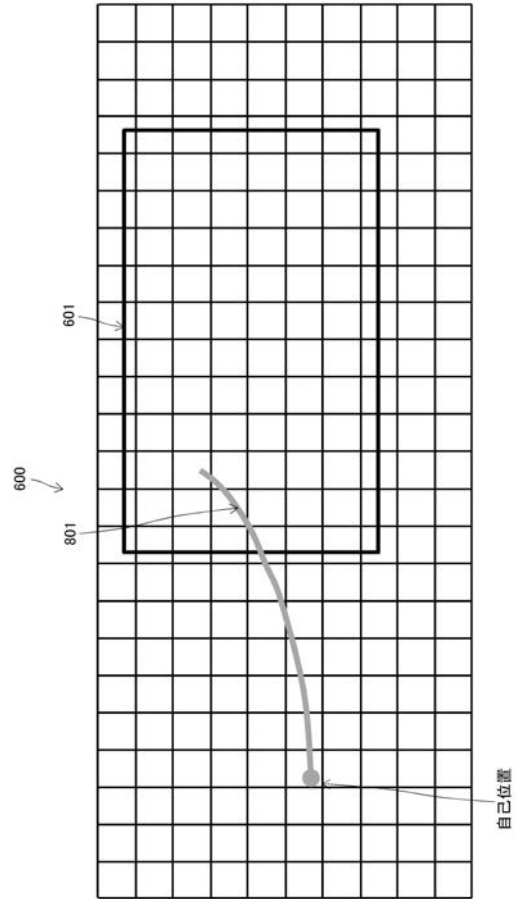
【 図 6 】



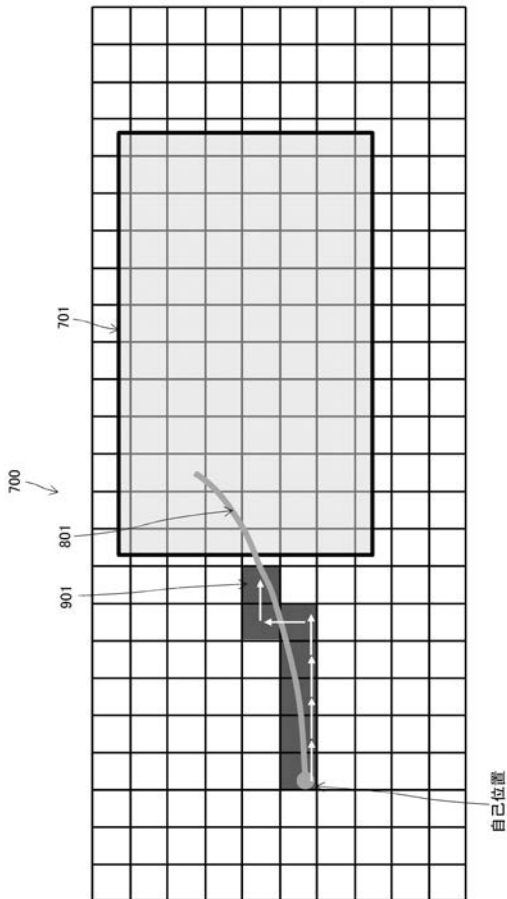
【 図 7 】



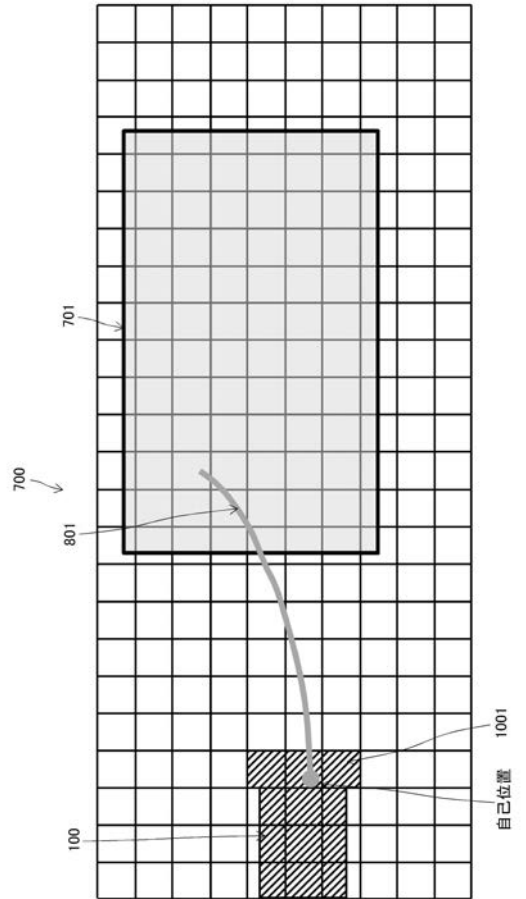
【 図 8 】



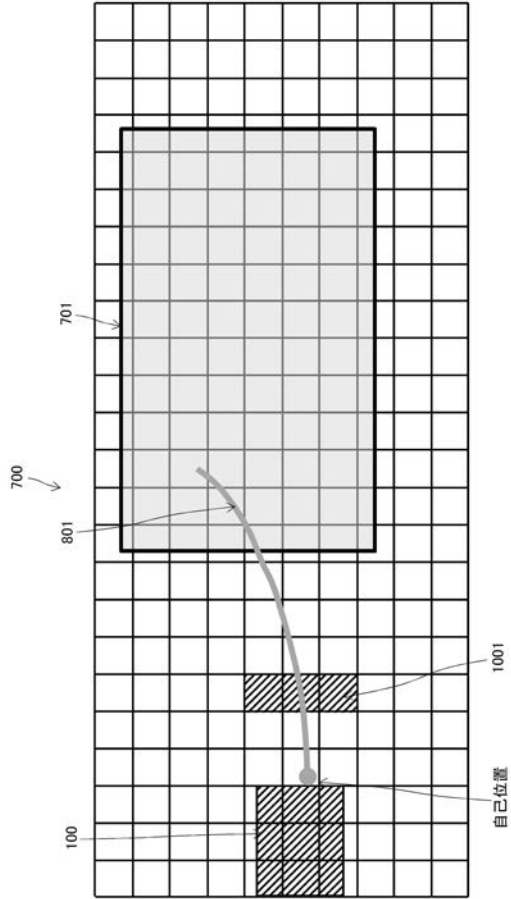
【 図 9 】



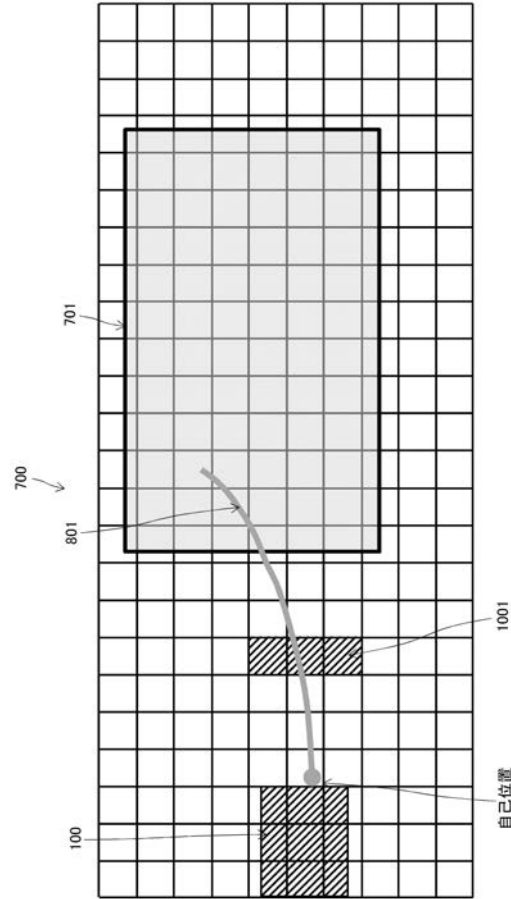
【 図 10 】



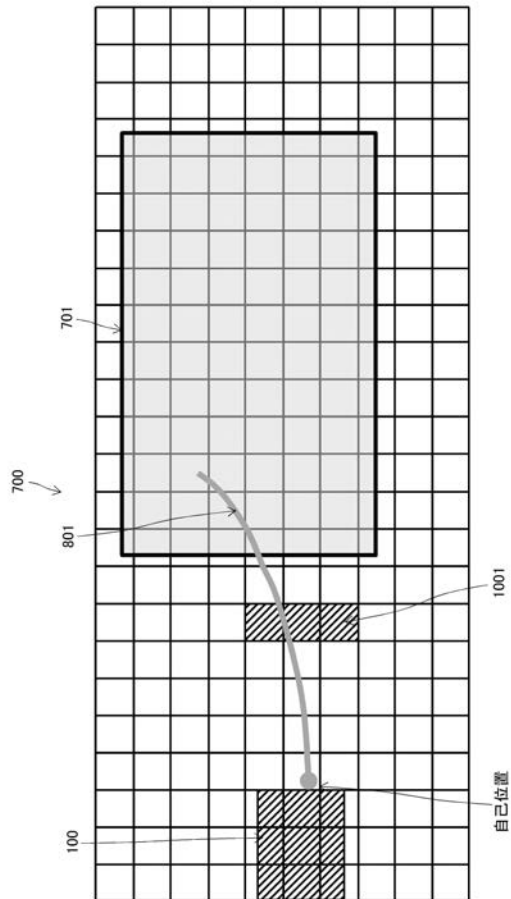
【 図 1 1 】



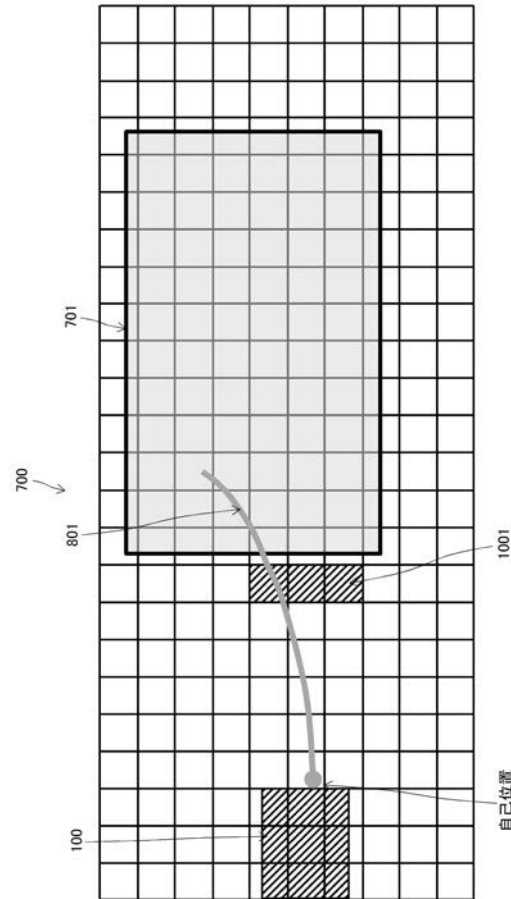
【 図 1 2 】



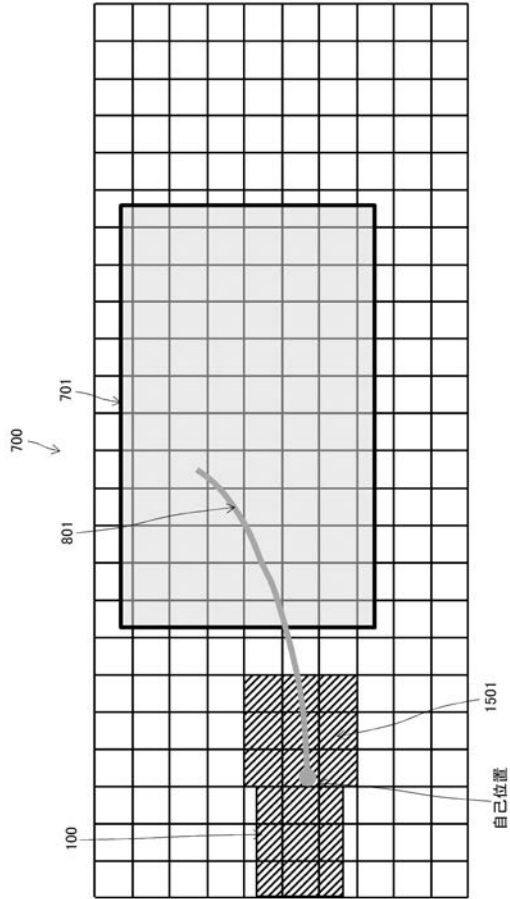
【 図 1 3 】



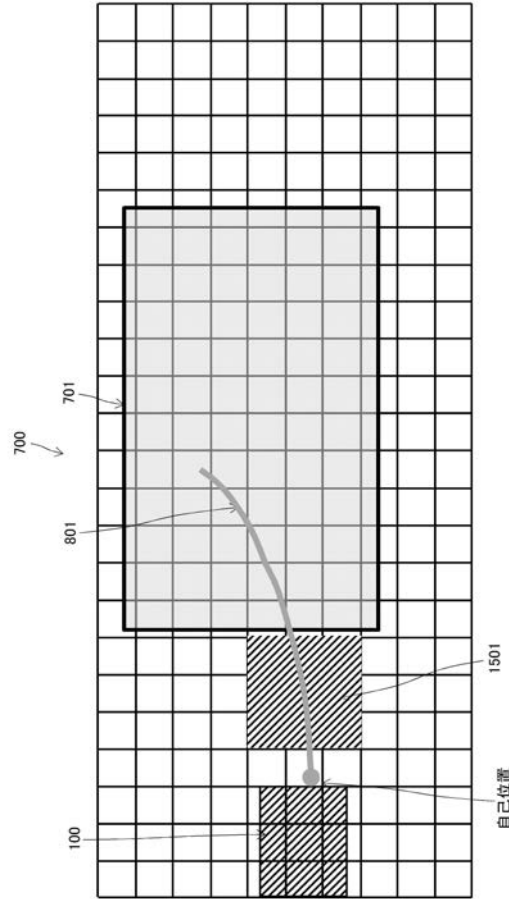
【 図 1 4 】



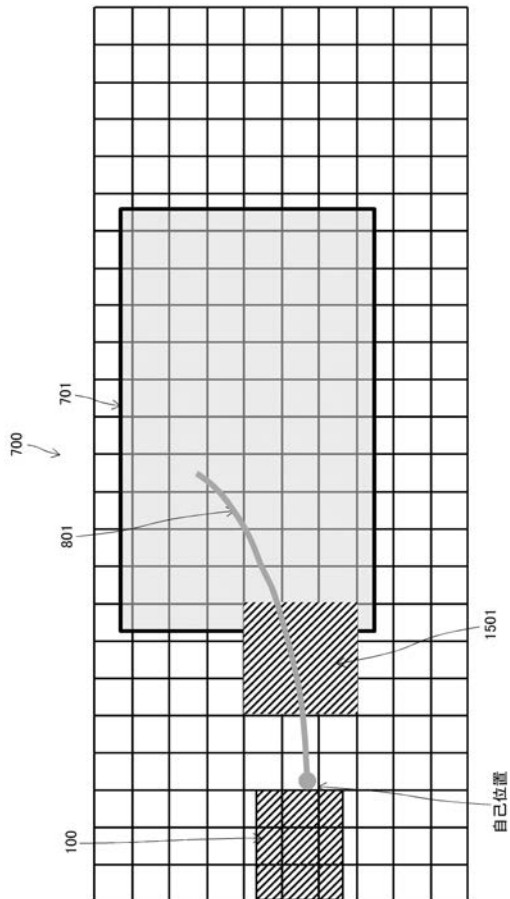
【 図 1 5 】



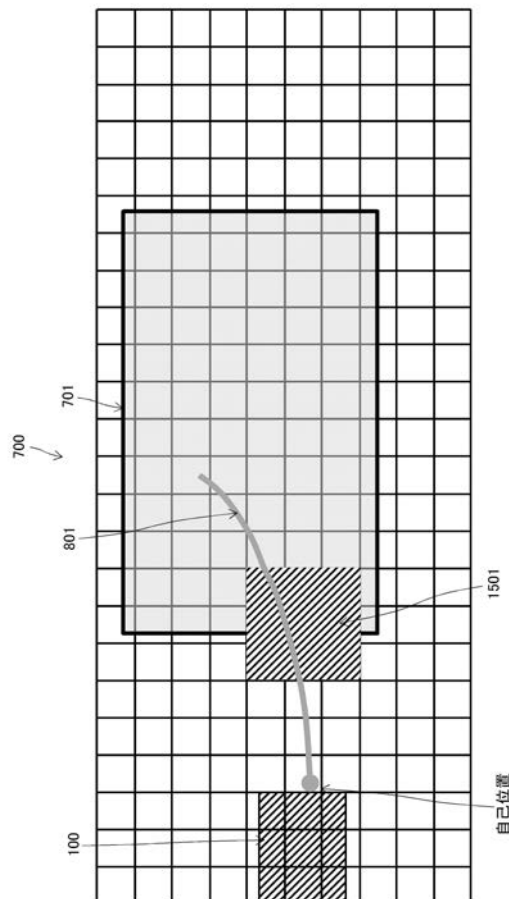
【 図 1 6 】



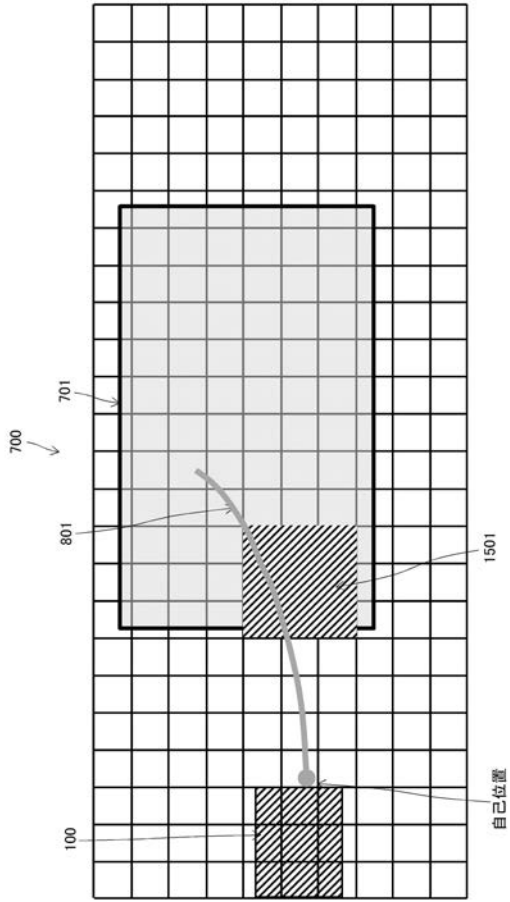
【 図 1 7 】



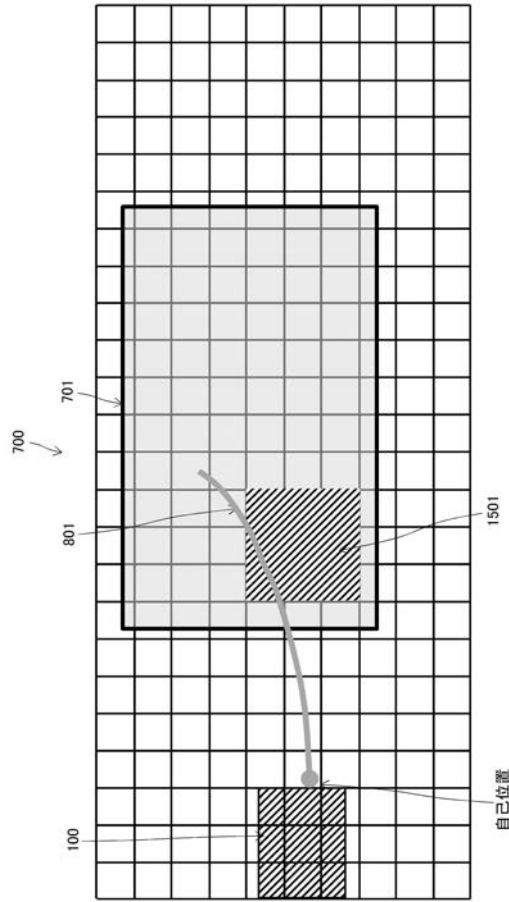
【 図 1 8 】



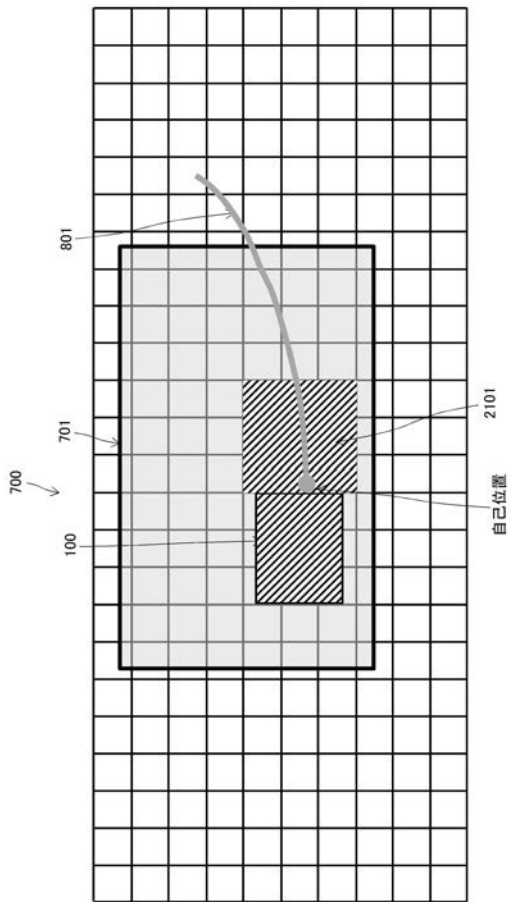
【 図 1 9 】



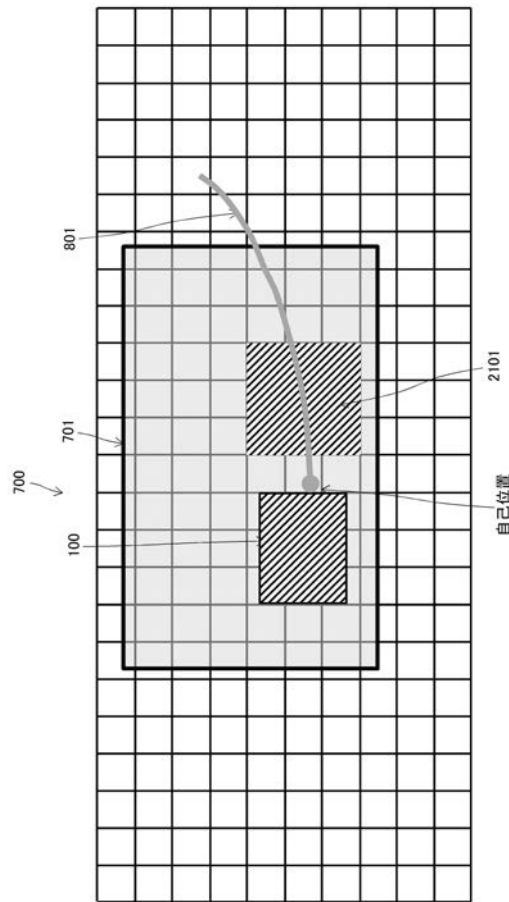
【 図 2 0 】



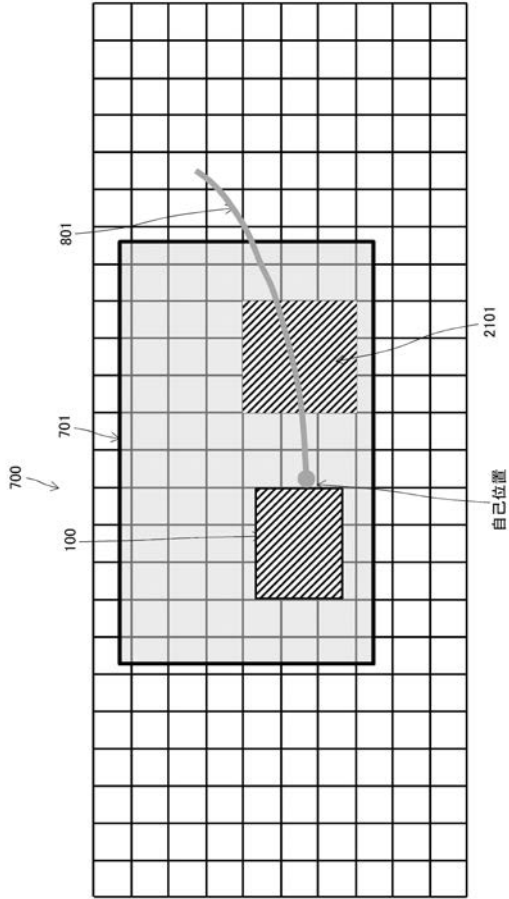
【 図 2 1 】



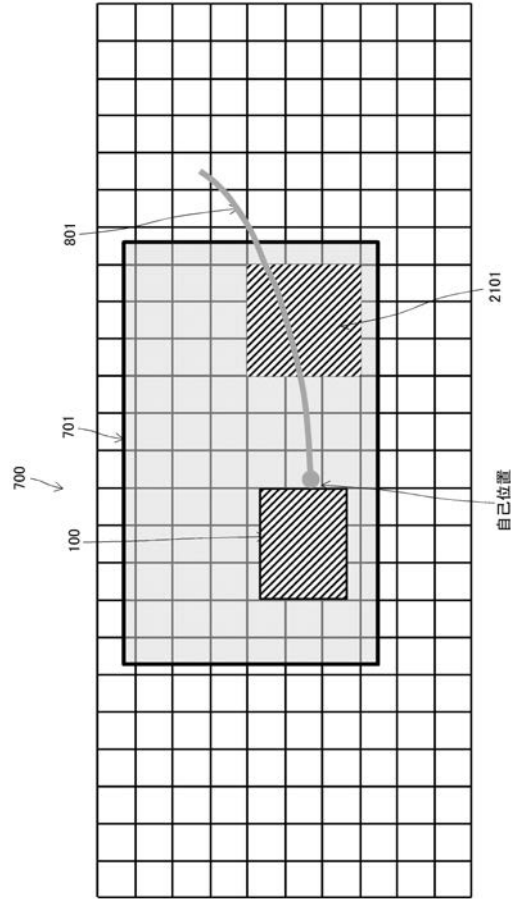
【 図 2 2 】



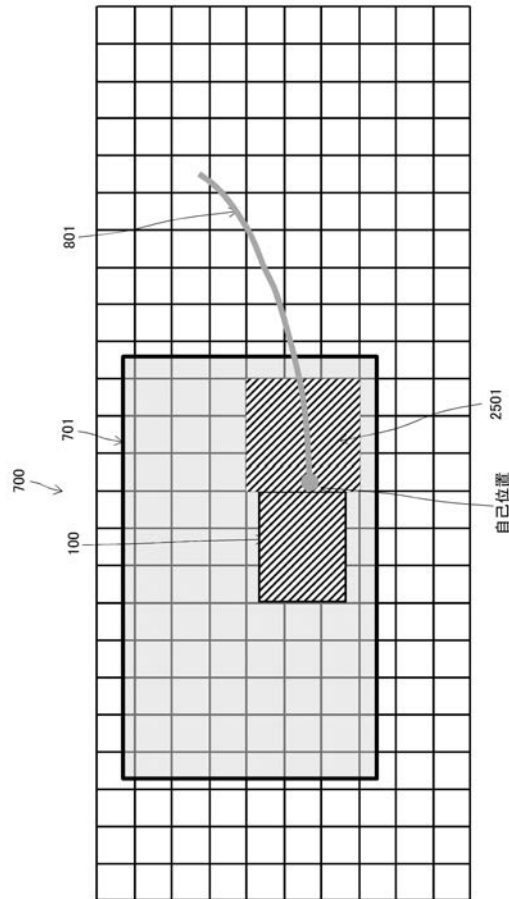
【 図 2 3 】



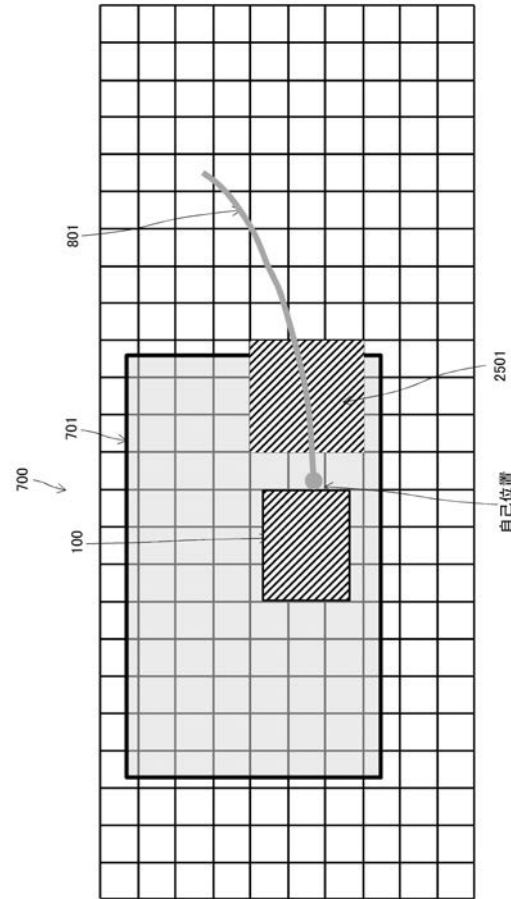
【 図 2 4 】



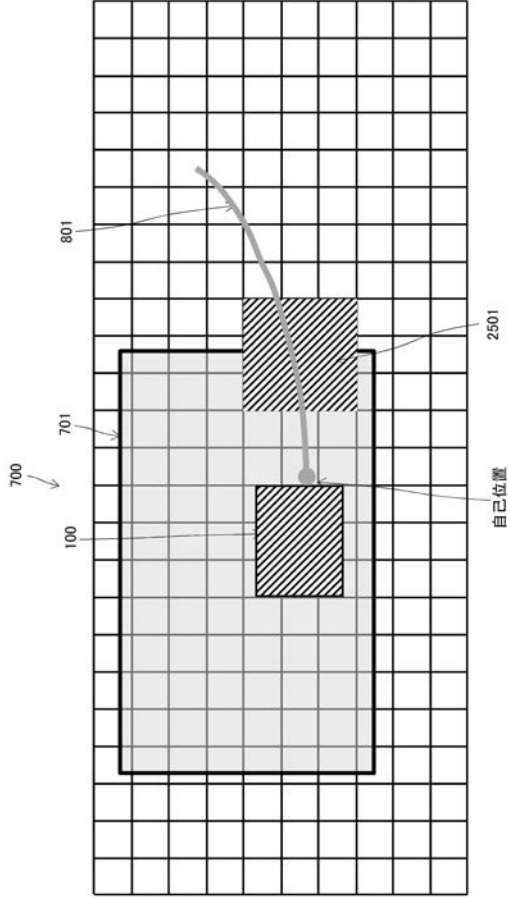
【 図 2 5 】



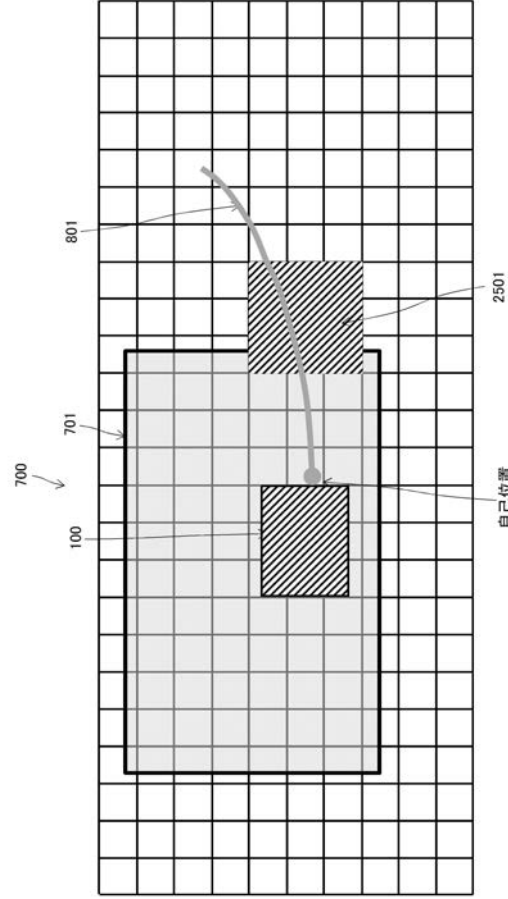
【 図 2 6 】



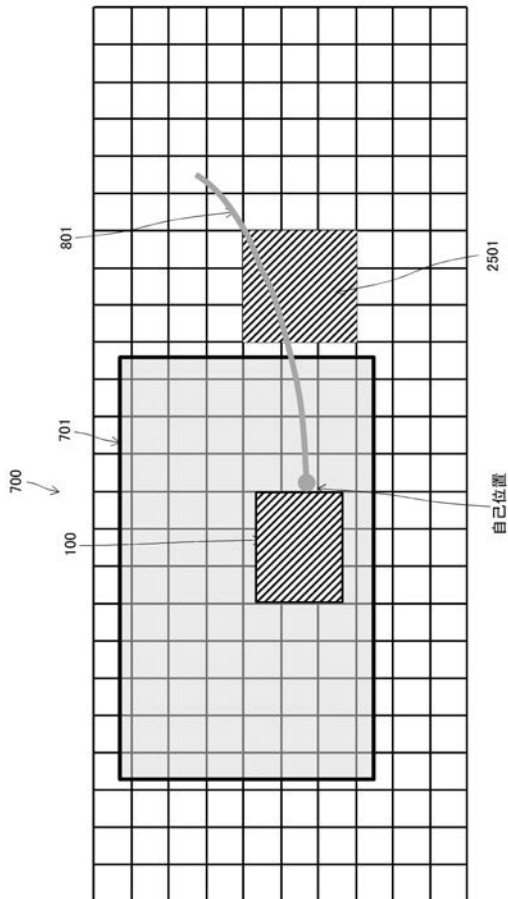
【 図 2 7 】



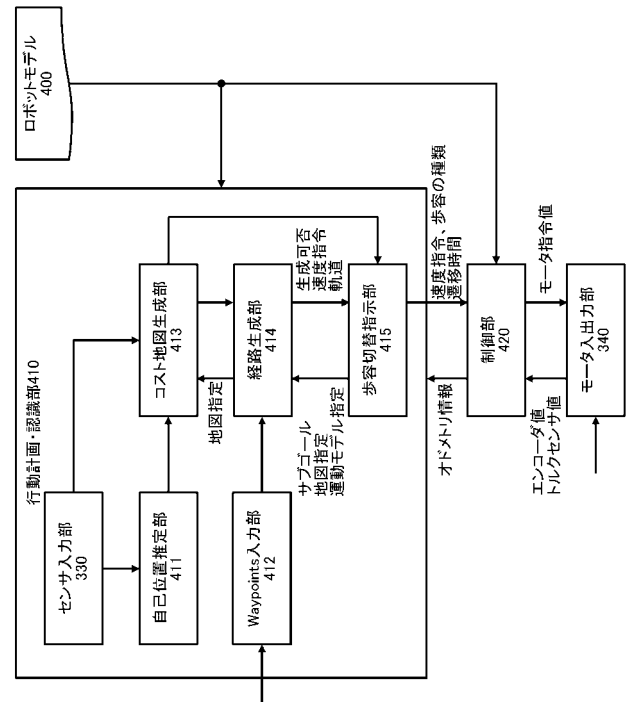
【 図 2 8 】



【 図 2 9 】



【 図 3 0 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 津崎 亮一

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) 3C707 CS08 KS10 KT01 KT04 LS15 WA02 WA14 WA16 WA24 WK02  
WL04