

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2019年9月6日(06.09.2019)



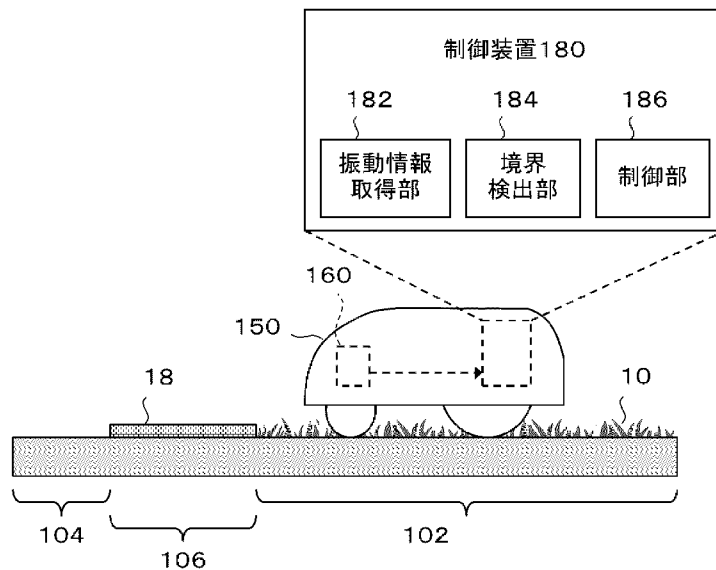
(10) 国際公開番号

WO 2019/167204 A1

- (51) 国際特許分類:
A01D 34/64 (2006.01) A01B 69/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/007655
- (22) 国際出願日: 2018年2月28日(28.02.2018)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 本田技研工業株式会社 (HONDA MOTOR CO.,LTD.) [JP/JP]; 〒1078556 東京都港区南青山二丁目1番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 室 恵二(MURO Keiji); 〒3510193 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). 亀山直紀(KAMEYAMA Naoki); 〒3510193 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP).
- (74) 代理人: 龍華国際特許業務法人(RYUKA IP LAW FIRM); 〒1631522 東京都新宿区西新宿1-6-1 新宿エルタワー2 2階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) Title: CONTROL DEVICE, WORK MACHINE, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 制御装置、作業機及びプログラム



180 Control device
182 Vibration information acquisition unit
184 Boundary detection unit
186 Control unit

(57) Abstract: In order to develop a method whereby the boundaries of a work region can be identified by a simple means, this control device controlling a work machine having an autonomous travel function comprises: a vibration information acquisition unit that obtains vibration information relating to vibration detected by a vibration detection unit mounted on the work machine, obtaining same from the vibration detection unit; and a control unit that, on the basis of the vibration information obtained by the vibration information acquisition unit, controls at least one among the progression direction,



WO 2019/167204 A1

MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

the progress speed, the travel mode, and the work mode of the work machine.

(57) 要約 : 簡便な手段により作業領域の境界を識別することのできる手法の開発が望まれている。自律走行機能を有する作業機を制御する制御装置が、作業機に搭載された振動検出部から、振動検出部が検出した振動に関する振動情報を取得する振動情報取得部と、振動情報取得部が取得した振動情報に基づいて、作業機の進行方向、進行速度、走行モード及び作業モードの少なくとも1つを制御する制御部を備える。

明 細 書

発明の名称： 制御装置、作業機及びプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、制御装置、作業機及びプログラムに関する。

背景技術

[0002] 近年、GPS信号を利用して自己位置を推定し、予め定められた領域（作業領域と称される場合がある。）の内部を自律走行する作業機械が開発されている。（例えば、特許文献1または2を参照されたい）。

[先行技術文献]

[特許文献]

[特許文献1] 特開2016-185099号公報

[特許文献2] 特開2013-223531号公報

解決しようとする課題

[0003] 作業機械は、作業領域の境界を検出し、当該境界の近傍で転回することで、作業領域の内部を自律的に走行する。そのため、簡便な手段により、作業領域の境界における作業機械の動作を制御する手法の開発が望まれている。

一般的開示

[0004] 本発明の第1の態様においては、制御装置が提供される。上記の制御装置は、例えば、自律走行機能を有する作業機を制御する。上記の制御装置は、例えば、作業機に搭載された振動検出部から、振動検出部が検出した振動に関する振動情報を取得する振動情報取得部を備える。上記の制御装置は、例えば、振動情報取得部が取得した振動情報に基づいて、作業機の進行方向、進行速度、作業モード及び走行モードの少なくとも1つを制御する制御部を備える。

[0005] 上記の制御装置において、制御部は、(i) 振動情報取得部が取得した振動情報により示される振動パターンが、作業機の作業領域に特徴的な振動パターンから、作業機の非作業領域に特徴的な振動パターンに変化した場合、

(i i) 作業機の作業領域に特徴的な振動パターンが消滅した場合、又は、
(i i i) 振動情報取得部が取得した振動情報により示される振動パターンが、非作業領域に特徴的な振動パターンから、作業領域に特徴的な振動パターンに変化した場合に、作業機の進行方向、進行速度、走行モード及び作業モードの少なくとも1つを変更するための命令を出力する命令出力部を有してよい。

[0006] 上記の制御装置において、制御部は、予め定められた1以上の振動パターンのそれぞれと、作業機の動作とを対応付けて格納する格納部に格納された情報を参照して、格納部に格納された予め定められた1以上の振動パターンのうち、振動情報取得部が取得した振動情報により示される振動パターンに合致する振動パターンに対応付けられた、作業機の動作を抽出する抽出部を有してよい。上記の制御装置において、制御部は、抽出部が抽出した作業機の動作の内容に基づいて、作業機の進行方向、進行速度、作業モード及び走行モードの少なくとも1つを制御するための命令を出力する命令出力部を有してよい。

[0007] 上記の制御装置は、振動情報取得部が取得した振動情報に基づいて、作業機の作業領域及び非作業領域の境界を検出する境界検出部を備えてよい。上記の制御装置において、制御部は、境界検出部が境界を検出した場合に、作業機の進行方向、進行速度、作業モード及び走行モードの少なくとも1つを変更するための命令を出力する命令出力部を有してよい。

[0008] 本発明の第2の態様においては、制御装置が提供される。上記の制御装置は、例えば、自律走行機能を有する作業機を制御する。上記の制御装置は、例えば、作業機に搭載された振動検出部から、振動検出部が検出した振動に関する振動情報を取得する振動情報取得部を備える。上記の制御装置は、例えば、振動情報取得部が取得した振動情報に基づいて、作業機の作業領域及び非作業領域の境界を検出する境界検出部を備える。

[0009] 第1の態様及び第2の態様に係る制御装置において、境界検出部は、(i) 振動情報取得部が取得した振動情報により示される振動パターンが、作業

領域に特徴的な振動パターンから、非作業領域に特徴的な振動パターンに変化した場合、(i i) 作業機の作業領域に特徴的な振動パターンが消滅した場合、又は、(i i i) 振動情報取得部が取得した振動情報により示される振動パターンが、非作業領域に特徴的な振動パターンから、作業領域に特徴的な振動パターンに変化した場合に、作業領域及び非作業領域の境界を検出してよい。

[0010] 第1の態様及び第2の態様に係る制御装置において、境界検出部は、(i) 振動情報取得部が取得した振動情報により示される振動パターンが、作業領域に特徴的な振動パターンから、非作業領域に特徴的な振動パターンに変化した場合、又は、(i i) 作業機の作業領域に特徴的な振動パターンが消滅した場合に、振動情報取得部が取得した振動情報に基づいて、進行を継続してよいか否かを判定してよい。

[0011] 第1の態様及び第2の態様に係る制御装置において、境界検出部の検出結果及び判定結果の少なくとも一方に基づいて、作業機の進行方向、進行速度、作業モード及び走行モードの少なくとも1つを変更することを決定する変更決定部を備えてよい。第1の態様及び第2の態様に係る制御装置において、変更決定部は、境界検出部が進行を継続してよいと判定した場合、作業機が境界に対して略垂直な方向に進行するように、進行方向を変更することを決定してよい。第1の態様及び第2の態様に係る制御装置において、変更決定部は、境界検出部が進行を継続すべきでないとして判定した場合、作業機が作業領域の内部に向かって進行するように、進行方向を変更することを決定してよい。

[0012] 第1の態様及び第2の態様に係る制御装置において、作業機の振動検出部は、作業機の異なる位置に配された第1振動検出部及び第2振動検出部を含んでよい。第1の態様及び第2の態様に係る制御装置において、振動情報取得部は、第1振動検出部が検出した振動に関する第1振動情報、及び、第2振動検出部が検出した振動に関する第2振動情報を取得してよい。第1の態様及び第2の態様に係る制御装置において、境界検出部は、第1振動情報及び

第2振動情報に基づいて、境界に対する作業機の進入角度を推定してよい。

[0013] 第1の態様及び第2の態様に係る制御装置は、(i)作業機の周辺の画像データ、並びに、(ii)振動が検出された位置、及び、画像データが撮像された位置を対応づけるための情報を含む周辺情報を取得する周辺情報取得部を備えてよい。第1の態様及び第2の態様に係る制御装置は、ユーザから、画像データが撮像された位置における作業機の動作に関する指示を受け付ける指示受付部を備えてよい。第1の態様及び第2の態様に係る制御装置は、周辺情報取得部が取得した周辺情報を参照して、指示受付部が受け付けた指示により示される作業機の動作と、振動情報取得部が取得した振動情報により示される振動パターンとが対応付けられた制御情報を生成する制御情報生成部を備えてよい。

[0014] 本発明の第3の態様においては、プログラムが提供される。上記のプログラムは、例えば、コンピュータを、第1の態様及び第2の態様に係る制御装置として機能させるためのプログラムである。

[0015] 上記のプログラムは、例えば、コンピュータに、自律走行機能を有する作業機を制御する制御方法を実行させるためのプログラムである。上記の制御方法は、例えば、作業機に搭載された振動検出部から、振動検出部が検出した振動に関する振動情報を取得する振動情報取得段階を有する。上記の制御方法は、例えば、振動情報取得段階において取得された振動情報に基づいて、作業機の進行方向、進行速度、作業モード及び走行モードの少なくとも1つを制御する制御段階を有する。上記の制御方法は、例えば、振動情報取得段階において取得された振動情報に基づいて、作業機の作業領域及び非作業領域の境界を検出する境界検出段階を有する。

[0016] 上記のプログラムを格納するコンピュータ可読媒体が提供されてもよい。コンピュータ可読媒体は、非一時的なコンピュータ可読媒体であってもよい。コンピュータ可読媒体は、コンピュータ可読記録媒体であってもよい。

[0017] 本発明の第4の態様においては、作業機が提供される。上記の作業機は、例えば、自律走行式の作業機である。上記の作業機は、例えば、第1の態様

及び第2の態様に係る制御装置を備える。上記の作業機は、例えば、振動検出部を備える。上記の作業機において、振動検出部は、作業機の(i)車体、(ii)車輪又は無限軌道、(iii)車軸、及び、(iv)懸架装置の少なくとも1つに配されてよい。

[0018] なお、上記の発明の概要は、本発明の必要な特徴の全てを列挙したものである。また、これらの特徴群のサブコンビネーションもまた、発明となりうる。

図面の簡単な説明

- [0019] [図1]作業機150の内部構成の一例を概略的に示す。
[図2]管理システム200のシステム構成の一例を概略的に示す。
[図3]芝刈機210の内部構成の一例を概略的に示す。
[図4]制御ユニット380の内部構成の一例を概略的に示す。
[図5]制御パラメータ決定部450の内部構成の一例を概略的に示す。
[図6]変更判定部510の内部構成の一例を概略的に示す。
[図7]芝刈機210の動作を制御する方法の一例を概略的に示す。
[図8]芝刈機210が境界に進入する時の様子の一例を概略的に示す。
[図9]芝刈機210が境界に進入する時の振動データの一例を概略的に示す。
[図10]管理サーバ230の内部構成の一例を概略的に示す。
[図11]マップ管理部1030の内部構成の一例を概略的に示す。
[図12]設定画面1200の一例を概略的に示す。

発明を実施するための形態

[0020] 以下、発明の実施の形態を通じて本発明を説明するが、以下の実施形態は請求の範囲にかかる発明を限定するものではない。また、実施形態の中で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。なお、図面において、同一又は類似の部分には同一の参照番号を付して、重複する説明を省く場合がある。また、技術的に大きな矛盾が生じない範囲において、同一の名称を有し、異なる参照番号が付された2以上の要素のそれぞれは、互いに同様の構成を有してよい。

- [0021] 図1は、作業機150の内部構成の一例を概略的に示す。図1は、制御装置180の内部構成の一例を概略的に示す。本実施形態において、作業機150は、例えば、振動検出部160と、制御装置180とを備える。作業機150は、複数の振動検出部160を備えてもよい。本実施形態において、制御装置180は、例えば、振動情報取得部182と、境界検出部184及び制御部186の少なくとも一方とを有する。
- [0022] 説明を簡単にすることを目的として、本実施形態においては、作業機150が、作業領域102及び非作業領域104の境界106を検出する場合を例として、作業機150の詳細について説明する。また、作業領域102及び非作業領域104の境界106の近傍において、作業機150が、進行方向、進行速度、走行モード及び作業モードの少なくとも1つを変更する場合を例として、作業機150の詳細について説明する。しかしながら、作業機150は本実施形態に限定されないことに留意されたい。
- [0023] 本実施形態において、作業領域102は、その内部において、作業機150が特定の作業を実施する領域である。作業領域102は、その内部において、作業機150による特定の作業の実施が許可された領域であってもよい。本実施形態において、非作業領域104は、その内部において、作業機150が特定の作業を実施しない領域である。非作業領域104は、その内部において、作業機150による特定の作業の実施が禁止されている領域であってもよい。
- [0024] 本実施形態において、作業領域102には、作業の対象となる植物10が生育している。一方、非作業領域104には、作業の対象となる植物10が生育していない。本実施形態によれば、作業領域102の表面の状態と、非作業領域104の表面の状態とが異なる。そのため、作業機150が作業領域102を走行している場合と、作業機150が非作業領域104を走行している場合とで、作業機150の振動状態が相違する。
- [0025] 本実施形態において、境界106は、特定の領域の内部と外部とを区切る。例えば、境界106は、作業領域102の内部と外部とを区切る。非作業

領域104は、作業領域102の外部の領域の一例であってよい。本実施形態において、作業領域102及び非作業領域104の境界106には、作業機150による境界106の検出又は識別を補助するための境界識別部材18が配される。例えば、作業機150は、境界識別部材18を検出することで、作業領域102の内部と外部とを区別することができる。作業機150は、作業領域102と、非作業領域104と、境界106とを区別してもよい。他の実施形態において、作業機150は、境界106の種類を区別することができる。例えば、作業機150は、(i)境界106の種類を識別し、(ii)境界106の種類に基づいて、境界106における動作を決定する。

[0026] 本実施形態において、境界識別部材18は、境界106の上に配され、境界106の表面の状態を、作業領域102の表面の状態とは異なる状態に維持する。境界識別部材18は、境界106の表面の状態を、作業領域102及び非作業領域104の表面の状態とは異なる状態に維持してもよい。境界識別部材18は、その表面の状態が作業領域102の表面の状態と異なる材料であってよい。表面の状態としては、表面の硬度、振動の伝わりやすさ、表面の粗さなどが例示される。

[0027] 一実施形態において、境界識別部材18として、各種の舗装材料が利用される。舗装材料としては、土、泥、砂、砂利、小石、レンガ、コンクリート、アスファルト、ブロック、プレート、コーティング被膜、ペレット状物質、粒状物質、ゲル状物質などが例示される。ブロック、プレート、コーティング被膜、ペレット状物質及び粒状物質の材質は、樹脂材料であってもよく、木材であってもよく、石材であってもよく、金属材料であってもよい。レンガ、ブロック及びプレートの表面には、特定の形状を有する凹凸が人工的に形成されてもよい。他の実施形態において、境界識別部材18として、植物、コケ類、真菌、粘菌、細菌などが利用される。さらに他の実施形態において、境界識別部材18として、境界106の上に液体が散布されてもよい。

[0028] 本実施形態において、境界識別部材 18 は、その少なくとも一部が地面の表面に位置するように設置される。これにより、境界識別部材 18 の全体が地中に埋設される場合と比較して、境界識別部材 18 の設置、破損個所の発見及び補修が容易になる。また、従来、地中に埋設された導電性のワイヤの両端に電圧が印加されることにより発生した磁場が境界の検出に利用される場合、小動物、経年劣化などにより当該ワイヤの一部が切断されると、作業機 150 は境界を検出することができなかった。これに対して、境界識別部材 18 の一部が破損した場合であっても、作業機 150 は境界を検出することができる。

[0029] [作業機 150 の概要]

本実施形態において、作業機 150 は、自律走行機能を有する。作業機 150 は、作業機 150 の周辺環境の状態に応じて、作業機 150 の移動を制御してよい。例えば、作業機 150 は、作業機 150 の周辺環境の状態に応じて、直進を継続するか否か、進行方向を変更するか否か、進行を中断して転回するか否か、進行速度を変更するか否かなどを決定する。作業機 150 は、自己位置推定機能を有してもよい。作業機 150 は、地図情報を参照して経路を決定してもよい。

[0030] 例えば、作業機 150 は、作業領域 102 の内部を自律的に移動する。作業領域 102 の境界 106 の近傍において、非作業領域 104 への進入が許可されているか否かを判定してよい。例えば、作業機 150 は、作業領域 102 及び非作業領域 104 の境界 106 が検出された場合に、非作業領域 104 への進入が許可されているか否かを判定する。

[0031] 非作業領域 104 への進入が許可されている場合、作業機 150 は、境界 106 を通過し、非作業領域 104 に進入してよい。一方、非作業領域 104 への進入が許可されていない場合、又は、非作業領域 104 への進入が禁止されている場合、作業機 150 は、例えば、境界 106 の近傍で転回し、作業領域 102 の内部に向かって進行を再開する。非作業領域 104 への進入が許可されていない場合、又は、非作業領域 104 への進入が禁止されて

いる場合、作業機150は、境界106の近傍で転回し、境界106に沿って進行を再開してもよい。

[0032] 本実施形態において、作業機150は、作業領域102の内部において、特定の作業を実施する。一方、作業機150は、非作業領域104では、上記の作業を停止又は中断する。作業機150は、例えば、作業領域102の内部を自律的に移動しながら、予め定められた作業を実施する。

[0033] 作業機150は、作業機150の周辺環境の状態に応じて、作業機150の作業を制御してよい。例えば、作業機150は、作業機150の周辺環境の状態に応じて、作業の開始、作業の中断、作業の停止、作業の種類、作業の強度などを決定する。作業機150により実施される作業の種類は特に限定されない。作業の種類としては、(i) 土木作業、(ii) 建設作業、(iii) 植物又は農産物の栽培作業、(iv) 除雪作業、(v) 清掃作業、(vi) 運搬作業、(vii) 監視、警備又は警護作業などが例示される。栽培作業としては、種蒔き、剪定、芝刈り、草刈り、給水、施肥、土入れ、除草などが例示される。

[0034] 本実施形態において、作業機150の動作は、作業機150の振動状態に基づいて制御される。作業機150の振動状態は、作業機150に接している地面の表面の状態に応じて変化する。境界106の近傍では地面の表面の状態が変化するので、本実施形態によれば、簡便な構成により、境界106の近傍における作業機150の動作を制御することができる。作業機150の動作を制御する方法の詳細は後述される。

[0035] 本実施形態において、振動検出部160は、作業機150に配され、作業機150の振動を検出する。振動検出部160は、作業機150の車体の振動を検出してよい。振動検出部160は、作業機150の車輪又は無限軌道の振動を検出してよい。振動検出部160は、例えば、作業機150の(i) 車体、(ii) 車輪又は無限軌道、(iii) 車軸、及び、(iv) 懸架装置の少なくとも1つに配される。

[0036] 一実施形態において、少なくとも1つの振動検出部160が、作業機15

0の重心又は中心よりも前方の位置に配される。他の実施形態において、少なくとも1つの振動検出部160が、振動検出部160と作業機150の外縁部分との距離が、振動検出部160と作業機150の重心又は中心との距離よりも大きくなる位置に配される。さらに他の実施形態において、少なくとも1つの振動検出部160が、振動検出部160と作業機150の車輪又は無限軌道との距離が、振動検出部160と作業機150の重心又は中心との距離よりも小さくなる位置に配される。さらに他の実施形態において、少なくとも2つの振動検出部160が、作業機150の車体の中心を通り、当該車体の前後方向に延伸する中心軸に対して対称な位置に配される。

[0037] 振動検出部160としては、ジャイロセンサ、加速度センサ、これらの組み合わせなどが例示される。ジャイロセンサは、1軸のジャイロセンサであってもよく、2軸のジャイロセンサであってもよく、3軸のジャイロセンサであってもよい。ジャイロセンサは、ロール軸（車体の前後方向に延伸する軸）、ピッチ軸（車体の左右方向に延伸する軸）及びヨー軸（車体の上下方向に延伸する軸）の少なくとも1つの軸に関する角速度及び角加速度の少なくとも一方を出力することが好ましい。ジャイロセンサは、作業機150の角速度及び角加速度の少なくとも一方の鉛直方向の成分を出力してもよい。加速度センサは、1軸の加速度センサであってもよく、2軸の加速度センサであってもよく、3軸の加速度センサであってもよい。加速度センサは、作業機150の加速度の鉛直方向の成分を出力してもよい。

[0038] 本実施形態において、制御装置180は、作業機150を制御する。より具体的には、制御装置180は、作業機150の動作を制御する。作業機150の動作としては、作業機150の移動に関連する動作、作業機150の作業に関連する動作等が例示される。

[0039] 一実施形態において、制御装置180は、振動検出部160が検出した振動に関する情報（振動データと称する場合がある）に基づいて、作業機150の進行方向、進行速度、走行モード及び作業モードの少なくとも1つを制御する。他の実施形態において、制御装置180は、振動データに基づいて

、境界106を検出する。制御装置180は、境界106が検出された場合に、作業機150の進行方向、進行速度、走行モード及び作業モードの少なくとも1つを制御してもよい。

[0040] なお、作業機150は、作業機150に搭載された内界センサ及び外界センサの少なくとも1つから出力されたデータに基づいて、境界106を検出してもよい。例えば、作業機150は、(i)作業機150の位置を推定し、(ii)境界106の位置情報を含む地図情報に基づいて、境界106を検出する。作業機150は、作業機150に搭載された内界センサ及び外界センサの少なくとも一方から出力されたデータに基づいて、自己位置を推定してもよい。作業機150は、振動検出部160が出力する振動データと、作業機150に搭載された他の内界センサ及び外界センサの少なくとも1つから出力されたデータとに基づいて、境界106を検出してもよい。

[0041] 本実施形態において、走行モードは、(i)走行パターン、及び、(ii)走行経路の間隔の少なくとも一方を規定する。走行パターンとしては、(i)経路上の複数の地点の位置座標が予め定められており、当該経路上を走行するパターン、(ii)経路の形状及び大きさが予め定められた関数によって規定されており、当該経路上を走行するパターン、(iii)作業領域の境界に沿って走行するパターン、(iv)作業領域の境界形状に相似する形状を有する経路上を走行するパターン、(v)作業領域の境界側から中央側に向かう渦巻状の形状を有する経路上を走行するパターン(渦の形状は特に限定されない)、(vi)作業領域の中央側から境界側に向かう渦巻状の形状を有する経路上を走行するパターン(渦の形状は特に限定されない)、(vii)ジグザグ状の形状を有する経路上を走行するパターン、(viii)矩形波状の形状を有する経路上を走行するパターン、(ix)任意の境界に到達した後、任意の確率モデルに基づいて決定された方向(例えば、ランダムに決定された方向である。)に転回し、走行を継続するパターン、(x)複数の平行な経路が、隙間なく又は所定の隙間を有して配されるように、直進及び転回を繰り返しながら走行するパターンなどが例示される。

- [0042] 本実施形態において、作業モードは、(i) 作業の実施の可否、及び、(i i) 作業強度の少なくとも一方を規定する。作業モードとしては、(i) 移動しながら作業を実施するモード、(i i) 移動中は作業を停止又は中断するモード、(i i i) 直進中は作業を実施するが、転回動作中は作業を停止又は中断するモードなどが例示される。作業モードの他の例としては、(i) 作業強度が比較的大きいモード、(i i) 作業強度が中程度であるモード、(i i i) 作業強度が比較的小さいモードなどが例示される。
- [0043] 作業強度としては、特定の期間における作業頻度、1回あたりの作業量、特定の期間における総作業量などが例示される。作業強度は、連続的な数値により表されてもよく、段階的な区分により表されてもよい。各区分は、記号又は文字により区別されてもよく、数字により区別されてもよい。
- [0044] 作業モードの他の例としては、(i v) ホームステーションに帰還するモード、(v) ホームステーションから、目的とする作業の作業開始位置に移動するモードなどが例示される。ホームステーションは、作業機150の待機場所又は格納場所であってよい。ホームステーションには、作業機150にエネルギー又は消耗品を補充するための補充装置が配されてよい。ホームステーションは、作業機150の作業領域の内部に配されてもよく、当該作業領域の外部に配されてもよい。
- [0045] 本実施形態において、振動情報取得部182は、振動検出部160から、振動データを取得する。振動データは、時刻を示す情報と、当該時刻における振動の大きさを示す情報とが対応付けられた情報であってよい。作業機150が複数の振動検出部160を備える場合、振動情報取得部182は、複数の振動検出部160のそれぞれが出力した振動データを取得してよい。振動情報取得部182は、上記の振動データを境界検出部184に送信してよい。振動情報取得部182は、上記の振動データを制御部186に送信してよい。
- [0046] 本実施形態において、境界検出部184は、振動情報取得部182が取得した振動データに基づいて、作業領域102及び非作業領域104の境界1

06を検出する。境界検出部184は、1又は複数の振動検出部160が出力した振動データを入力され、境界106が検出されたか否かを示す情報を出力してよい。境界106が検出されたか否かを示す情報は、境界106が検出されたことを示す情報であってもよい。

[0047] 境界検出部184は、1又は複数の振動検出部160が出力した振動データを入力され、境界106の種類を示す情報を出力してもよい。境界検出部184は、境界106の種類に対応する作業機150の動作を示す情報を出力してもよい。例えば、境界検出部184は、1又は複数の振動検出部160が出力した振動データを入力され、進行を継続してよいか否かを示す情報、進行を継続しながら進行方向を変更することを示す情報、進行を中断して転回することを示す情報、境界106に沿って移動することを示す情報、進行速度を変更することを示す情報、走行モードを変更することを示す情報、作業モードを変更することを示す情報などを出力する。

[0048] 本実施形態において、制御部186は、振動情報取得部182が取得した振動データに基づいて、作業機150の進行方向、進行速度、走行モード及び作業モードの少なくとも1つを制御する。制御部186は、1又は複数の振動検出部160が出力した振動データを入力され、作業機150の進行方向、進行速度、作業モード及び走行モードの少なくとも1つを変更するための命令を出力してよい。例えば、制御部186は、1又は複数の振動検出部160が出力した振動データを入力され、進行を継続してよいか否かを示す情報、進行を継続しながら進行方向を変更することを示す情報、進行を中断して転回することを示す情報、境界106に沿って移動することを示す情報、進行速度を変更することを示す情報、走行モードを変更することを示す情報、作業モードを変更することを示す情報などを出力する。

[0049] 制御部186は、境界検出部184が、振動情報取得部182の取得した振動データに基づいて出力したデータに基づいて、作業機150の進行方向、進行速度、走行モード及び作業モードの少なくとも1つを制御してもよい。一実施形態において、制御部186は、境界検出部184が境界106を

検出した場合に、作業機 150 の進行方向、進行速度、走行モード及び作業モードの少なくとも 1 つを変更するための命令を出力する。他の実施形態において、制御部 186 は、境界検出部 184 の出力データに含まれる境界 106 の種類を示す情報に基づいて、作業機 150 の進行方向、進行速度、走行モード及び作業モードの少なくとも 1 つを変更するための命令を出力する。さらに他の実施形態において、制御部 186 は、境界検出部 184 の出力データに含まれる作業機 150 の動作を示す情報に基づいて、作業機 150 の進行方向、進行速度、走行モード及び作業モードの少なくとも 1 つを変更するための命令を出力する。

[0050] 以上のとおり、本実施形態によれば、制御装置 180 は、作業機 150 の振動に関する情報に基づいて、作業機 150 の進行方向、進行速度、走行モード及び作業モードの少なくとも 1 つを制御する。また、制御装置 180 は、振動データに基づいて、境界 106 を検出する。これにより、制御装置 180 は、境界 106 の近傍における作業機 150 の動作を制御することができる。

[0051] 従来、作業領域の境界における作業機械の動作を制御することを目的として、人工的な磁場を発生させる導電性のワイヤが境界に埋設されたり、作業領域の境界を示す詳細な地図情報が作成されたりしている。しかしながら、ワイヤの一部が切断されると、ワイヤに電流が流れなくなり、作業機械が境界を全く認識できなくなるという課題があった。また、例えば、作業領域の境界近傍に、GPS 信号による測位精度の低い領域が存在すると、作業領域の境界の近傍における自己位置の推定精度が低下する。自己位置の推定精度が低下すると、作業領域の境界を示す地図情報を利用した境界の検出が困難になるという課題があった。また、そもそも、作業領域の境界を示す地図情報を作成すること自体が多大な労力を要する。

[0052] これに対して、本実施形態によれば、境界 106 の上に配された境界識別部材 18 の一部が破損した場合であっても、制御装置 180 は、境界 106 を検出したり、境界 106 の近傍における作業機 150 の動作を制御したり

することができる。また、境界106の上に境界識別部材18が配されていない場合であっても、制御装置180は、境界106を検出したり、境界106の近傍における作業機150の動作を制御したりすることができる。

[0053] さらに、作業機150の推定位置を示す情報が利用できない場合であっても、制御装置180は、境界106を検出したり、境界106の近傍における作業機150の動作を制御したりすることができる。なお、制御装置180は、作業機150の推定位置を示す情報と、作業機150の振動状態を示す情報とに基づいて、境界106を検出したり、境界106の近傍における作業機150の動作を制御したりしてもよい。

[0054] 本実施形態においては、境界106の上に境界識別部材18が配されており、制御装置180が、境界識別部材18を検出することで、境界106を検出したり、境界106の近傍における作業機150の動作を制御したりする実施形態を例として、制御装置180の詳細が説明された。しかしながら、制御装置180は本実施形態に限定されない。他の実施形態において、作業領域102及び非作業領域104の間に境界識別部材18が配されておらず、作業領域102及び非作業領域104が隣接していてもよい。

[0055] この場合であっても、制御装置180は、(i)作業領域102の表面の状態と、(ii)非作業領域104の表面の状態との相違に基づいて、境界106を検出したり、境界106の近傍における作業機150の動作を制御したりすることができる。例えば、制御装置180は、(i)作業機150が作業領域102を走行しているときに振動検出部160が検出する振動の振動パターンと、(ii)作業機150が非作業領域104を走行しているときに振動検出部160が検出する振動の振動パターンとの相違に基づいて、境界106を検出したり、境界106の近傍における作業機150の動作を制御したりすることができる。

[0056] また、本実施形態においては、制御装置180が、作業機150に搭載される実施形態を例として、制御装置180の詳細が説明された。しかしながら、制御装置180は本実施形態に限定されない。他の実施形態において、

制御装置 180 は、作業機 150 の外部に配されてよい。制御装置 180 は、通信ネットワークを介して、作業機 150 との間で情報を送受することのできる情報処理装置であってもよく、当該情報処理装置により実現されてもよい。

[0057] [作業機 150 の各部の具体的な構成]

作業機 150 の各部は、ハードウェアにより実現されてもよく、ソフトウェアにより実現されてもよく、ハードウェア及びソフトウェアにより実現されてもよい。作業機 150 を構成する構成要素の少なくとも一部（例えば、制御装置 180 である。）がソフトウェアにより実現される場合、当該ソフトウェアにより実現される構成要素は、一般的な構成の情報処理装置において、当該構成要素に関する動作を規定したプログラムを起動することにより実現されてよい。

[0058] 上記の情報処理装置は、(i) CPU、GPU などのプロセッサ、ROM、RAM、通信インタフェースなどを有するデータ処理装置と、(ii) キーボード、タッチパネル、カメラ、マイク、各種センサ、GPS 受信機などの入力装置と、(iii) 表示装置、スピーカ、振動装置などの出力装置と、(iv) メモリ、HDD などの記憶装置（外部記憶装置を含む。）とを備えてよい。上記の情報処理装置において、上記のデータ処理装置又は記憶装置は、上記のプログラムを記憶してよい。上記のプログラムは、プロセッサによって実行されることにより、上記の情報処理装置に、当該プログラムによって規定された動作を実行させる。上記のプログラムは、非一時的なコンピュータ可読記録媒体に格納されていてもよい。

[0059] 上記のプログラムは、コンピュータを、制御装置 180 として機能させるためのプログラムであってよい。上記のコンピュータは、クラウドサービスを提供するコンピュータであってもよく、クライアント-サーバシステムを実現するコンピュータであってもよい。上記のコンピュータは、(i) 作業機 150 に搭載されたコンピュータであってもよく、(ii) 作業機 150 の外部のコンピュータであって、通信ネットワークを介して作業機 150 を

制御するコンピュータであってもよい。

[0060] 上記のプログラムは、コンピュータに、制御装置 180 における各種の情報処理に関する 1 又は複数の手順を実行させるためのプログラムであってもよい。制御装置 180 における各種の情報処理に関する 1 又は複数の手順は、作業機 150 を制御するための手順であってもよい。作業機 150 を制御するための手順は、例えば、作業機 150 に搭載された振動検出部 160 から、振動検出部 160 が検出した振動に関する振動情報を取得する振動情報取得段階を有する。上記の制御方法は、例えば、振動情報取得段階において取得された振動情報に基づいて、作業機 150 の進行方向、進行速度、走行モード及び作業モードの少なくとも 1 つを制御する制御段階を有する。上記の制御方法は、例えば、振動情報取得段階において取得された振動情報に基づいて、作業機 150 の作業領域 102 及び非作業領域 104 の境界 106 を検出する境界検出段階を有する。

[0061] [管理システム 200 の概要]

図 2 は、管理システム 200 のシステム構成の一例を概略的に示す。本実施形態において、管理システム 200 は、1 又は複数の芝刈機 210 と、管理サーバ 230 とを備える。管理システム 200 は、1 又は複数のユーザ端末 22 を備えてもよい。芝刈機 210 は、作業機の一例であってよい。芝刈機 210 のコンピュータは、制御装置の一例であってよい。

[0062] 本実施形態においては、説明を簡単にすることを目的として、芝刈機 210 が自律移動機能を有し、芝刈機 210 に搭載されたコンピュータが、芝刈機 210 の動作を制御する場合を例として、管理システム 200 の詳細を説明する。しかしながら、管理システム 200 は本実施形態に限定されない。他の実施形態において、ユーザ端末 22 及び管理サーバ 230 の少なくとも一方が、芝刈機 210 の動作を制御してもよい。この場合、ユーザ端末 22 及び管理サーバ 230 の少なくとも一方は、制御装置の一例であってよい。

[0063] 本実施形態において、作業領域 202 の内部では、芝 12 を育成するための作業が実施される。芝 12 は、植物又は農産物の一例であってよい。作業

領域 202 の位置及び範囲は、特に限定されない。領域の範囲は、当該領域の大きさ及び形状を表してよい。作業領域 202 は、任意の地理的範囲を有してよい。作業領域 202 は、予め定められた地理的範囲を有してよい。芝 12 を育成するための作業の種類としては、種蒔き、剪定、芝刈り、草刈り、給水、施肥、土入れ、除草などが例示される。本実施形態によれば、自律走行機能を有する芝刈機 210 が、作業領域 202 の内部を移動しながら芝刈りを実施する。

[0064] 本実施形態において、作業領域 202 の内部には、複数のサブエリア 204 が含まれる。サブエリア 204 は、物理的な地理的境界によって区切られた領域であってもよく、仮想的な地理的境界によって区切られた領域であってもよい。

[0065] 物理的な地理的境界としては、(i) 天然に又は人工的に形成された構造物により規定される境界、(ii) 散布された化学物質により規定される境界、(iii) 可視光線、赤外線、紫外線などの電磁波により規定される境界、(iv) 磁界により規定される境界、(v) 音波又は超音波により規定される境界などが例示される。天然に形成された構造物としては、窪み、段差、斜面、湖沼、川などが例示される。人工的に形成された構造物としては、通路、溝、トンネル、建築物、ワイヤ、ロープ、フェンス、ネット、点字ブロックなどが例示される。仮想的な地理的境界としては、ジオフェンス、バーチャルワイヤなどが例示される。バーチャルワイヤは、複数の構造物の間に設定された仮想的な線により規定される地理的境界であってよい。

[0066] 作業領域 202 の内部に含まれるサブエリア 204 の個数、並びに、サブエリア 204 の大きさ及び形状は、特に限定されない。しかしながら、複数のサブエリア 204 が、配置漏れ及び重複配置のないように、作業領域 202 の内部に万遍なく配されることが好ましい。複数のサブエリア 204 のそれぞれの大きさは同一であってもよく、異なってもよい。複数のサブエリア 204 のそれぞれの形状は同一であってもよく、異なってもよい。

[0067] 作業領域 202 の内部に配されるサブエリア 204 の個数は、固定されて

いてもよく、可変であってもよい。例えば、予め定められたイベントの発生をトリガとして、作業領域202の一部を構成する特定の領域に配されるサブエリア204の個数が変更される。具体的には、隣接して配される複数のサブエリア204が仮想的に結合して、単一のサブエリア204が形成されてもよい。単一のサブエリア204が、隣接して配される複数のサブエリア204に仮想的に分割されてもよい。作業領域202の内部の特定の領域に配されるサブエリア204の個数は、要求される精度に応じて調整されてもよい。

[0068] 本実施形態において、作業領域202の内部と外部とを区切る境界206には、タイル208が配される。作業領域202の外部は、非作業領域の一例であってよい。タイル208の材質は、芝刈機210が芝12の上を走行した場合と、芝刈機210がタイル208の上を走行した場合とで、芝刈機210の振動状態が相違するように、選択される。タイル208の表面には、人工的な凹凸パターンが形成されていてもよい。

[0069] 本実施形態においては、説明を簡単にすることを目的として、作業領域202の外周に沿って、単一の境界206が形成される場合を例として、境界206の詳細を説明する。しかしながら、境界206は本実施形態に限定されない。他の実施形態において、作業領域202が複数の境界206により定義づけられてもよく、作業領域202の内部に1又は複数の境界206が形成されてもよい。例えば、作業領域202が地理的に離れた2つの領域を含む場合、作業領域202は複数の境界206により定義づけられる。また、例えば、作業領域202の内部に障害物、施設、機器など（障害物などと称される場合がある。）が存在する場合、作業領域202は、作業領域202の外縁を定義づける第1の境界206と、当該障害物などの外縁を定義づける第2の境界206とにより定義づけられる。

[0070] 芝刈機210がタイル208の上を走行した場合に出現する振動パターンは、タイル208の材質及び凹凸パターンによって決定される。そのため、芝刈機210のユーザは、タイル208の材質及び凹凸パターンの少なくとも

も一方を選択することで、境界 206 の近傍における芝刈機 210 の動作を制御することができる。

[0071] 振動パターンは、学習済みの学習器により識別されてもよく、予め定められた解析手順に従って識別されてもよい。振動パターンは、例えば、振動波形の周波数、振幅及び位相の少なくとも 1 つに基づいて識別される。

[0072] 一実施形態において、振動パターンは、振動波形の周波数分布により識別される。振動パターンは、例えば、周波数分布の分布形状に基づいて識別される。振動パターンは、周波数分布の分布形状のパターン認識により識別されてもよく、1 又は複数の特定の周波数の振動が含まれているか否かにより識別されてもよい。振動パターンは、振動波形の周波数分布に現れる 1 又は複数のピークの少なくとも 1 つの周波数の値に基づいて識別されてもよい。振動パターンは、複数のピークのスペクトル強度の比に基づいて識別されてもよい。

[0073] 他の実施形態において、振動パターンは、1 又は複数の特定の周波数の振動の出現パターンにより識別される。周波数分布の経時変化を観察すると、特定の周波数の振動が出現及び消滅を繰り返すことがある。振動パターンは、特定の周波数の振動の出現パターンの周波数、振幅及び位相の少なくとも 1 つに基づいて識別されてよい。

[0074] さらに他の実施形態において、振動パターンは、振動の振幅の大きさにより識別される。例えば、振動パターンは、予め定められた期間にサンプリングされた振動の振幅の大きさの平均値、中央値及び最頻値の少なくとも 1 つにより識別される。複数の振動パターンのそれぞれを識別するための閾値は、サンプリング時の芝刈機 210 の走行速度に応じて決定されてもよい。

[0075] さらに他の実施形態において、振動パターンは、振動の断続パターンにより識別される。振動波形の経時変化を観察すると、振動の振幅の大きさが特定の閾値を超える時期と、振動の振幅の大きさが当該閾値を下回る時期とが繰り返されることにより、断続パターンが出現する場合がある。振動パターンは、断続パターンの周波数、振幅及び位相の少なくとも 1 つに基づいて識

別されてよい。

- [0076] 単一の境界206が、単一の種類のタイル208により形成されてもよく、複数の種類のタイル208により形成されてもよい。より具体的には、境界206上の第1地点に配されるタイル208と、境界206上の第2地点に配されるタイル208とで、(i)材質及び(ii)タイル208の表面に形成された凹凸パターンの少なくとも一方が異なってもよい。第1地点及び第2地点は、地理的に離れていてもよい。
- [0077] 単一の境界206が複数の種類のタイル208により形成される場合、当該単一の境界206は、複数の種類の境界を含んでもよい。単一の境界206が複数の種類のタイル208により形成される場合であっても、当該複数のタイル208により示される境界の種類が同一であってもよい。
- [0078] 境界の種類としては、(i)当該境界の先の領域において、芝刈機210の進行が禁止されていることを示す境界、(ii)当該境界の先の領域において、芝刈機210の進行が許可されていることを示す境界、(iii)芝刈機210に特定の命令を伝達するための境界などが例示される。特定の命令としては、特定の方向に進行すべきことを指示するための命令、特定の速度で走行すべきことを指示するための命令、特定の走行モードで走行すべきことを指示するための命令、特定の作業の開始又は停止を指示するための命令を指示するための命令などが例示される。
- [0079] 境界206は、技術的に矛盾を生じない範囲で、境界106と同様の構成を有してよい。同様に、境界106は、技術的に矛盾を生じない範囲で、境界206と同様の構成を有してもよい。タイル208は、境界識別部材18の一例であってよい。タイル208は、技術的に矛盾を生じない範囲で、境界識別部材18と同様の構成を有してよい。同様に、境界識別部材18は、技術的に矛盾を生じない範囲で、タイル208と同様の構成を有してもよい。
- [0080] 管理システム200の各部は、互いに情報を送受してもよい。例えば、芝刈機210は、通信ネットワーク20を介して、ユーザ端末22及び管理サ

ーバ230の少なくとも一方との間で、情報を送受する。

[0081] 本実施形態において、通信ネットワーク20は、有線通信の伝送路であってもよく、無線通信の伝送路であってもよく、無線通信の伝送路及び有線通信の伝送路の組み合わせであってもよい。通信ネットワーク20は、無線パケット通信網、インターネット、P2Pネットワーク、専用回線、VPN、電力線通信回線などを含んでもよい。通信ネットワーク20は、(i)携帯電話回線網などの移動体通信網を含んでもよく、(ii)無線MAN(例えば、WiMAX(登録商標)である。)、無線LAN(例えば、WiFi(登録商標)である。)、Bluetooth(登録商標)、Zigbee(登録商標)、NFC(Near Field Communication)などの無線通信網を含んでもよい。

[0082] 本実施形態において、ユーザ端末22は、管理システム200又は芝刈機210のユーザが利用する通信端末であり、その詳細については特に限定されない。ユーザ端末22としては、パーソナルコンピュータ、携帯端末などが例示される。携帯端末としては、携帯電話、スマートフォン、PDA、タブレット、ノートブック・コンピュータ又はラップトップ・コンピュータ、ウェアラブル・コンピュータなどが例示される。

[0083] 本実施形態において、管理システム200は、作業領域202を管理する。例えば、管理システム200は、作業領域202において実施される作業の対象となる物体(作業対象と称する場合がある。)の状態を管理してもよい。芝12は、作業対象の一例であってよい。管理システム200は、作業領域202において実施される作業を管理してもよい。例えば、管理システム200は、作業のスケジュールを管理する。作業のスケジュールは、作業の実施時期、作業の実施場所、作業の実施主体、作業対象、及び、作業の内容の少なくとも1つを規定する情報であってよい。

[0084] 本実施形態において、管理システム200は、芝刈機210を管理する。芝刈機210は、作業の実施主体の一例であってよい。例えば、管理システム200は、芝刈機210の状態を管理する。例えば、管理システム200

は、芝刈機 210 の位置、進行方向、進行速度、走行モード、作業モード、エネルギー残量（例えば、バッテリーの残量である）、芝刈機 210 が実施する作業のスケジュールなどを管理する。

[0085] [管理システム 200 の各部の概要]

本実施形態において、芝刈機 210 は、自律走行機能を有する。本実施形態において、作業領域 202 の内部を自律的に走行する。なお、芝刈機 210 は、ユーザの遠隔操作により移動してもよい。芝刈機 210 は、作業領域 202 の内部で生育している芝 12 を切断する。芝刈機 210 は、芝 12 を切断しながら走行してもよく、芝 12 を切断することなく走行してもよい。芝刈機 210 の詳細は後述される。

[0086] 芝刈機 210 は、作業機（作業機械と称される場合もある。）の一例であってよい。作業機は、芝刈機 210 に限定されない。作業機は、陸上を走行する移動体であってもよく、空中を飛行する移動体であってもよく、水中又は水上を航行する移動体であってもよい。作業機の他の例としては、空中を飛行するドローン、ヘリコプター、飛行船等が例示される。上記の作業機は、自律移動機能を有してもよい。作業機の振動情報に基づいて当該作業機が制御される場合、当該作業機は、陸上を走行する移動体であることが好ましい。

[0087] 本実施形態において、管理サーバ 230 は、作業領域 202 に関する各種の情報を管理する。例えば、管理サーバ 230 は、作業領域 202 に関する地理的な情報（マップ情報と称される場合がある。）を管理する。一実施形態において、管理サーバ 230 は、作業領域 202 に関する境界 206 の位置を示す情報を管理する。他の実施形態において管理サーバ 230 は、管理サーバ 230 は、境界 206 上の特定の地点又は領域の位置を示す情報と、当該地点又は領域における境界の種類を示す情報とが対応付けられた情報を管理する。さらに他の実施形態において、境界 206 上の特定の地点又は領域の位置を示す情報と、当該地点又は領域における芝刈機 210 の動作の内容を示す情報とが対応付けられた情報を管理する。

[0088] 管理サーバ230は、管理システム200を構成する機器の状態を管理してよい。管理サーバ230は、管理システム200を構成する機器の動作を制御してもよい。管理サーバ230は、芝12の生育状態を管理してもよい。管理サーバ230は、作業領域202において実施される各種の作業を管理してもよい。例えば、管理サーバ230は、上記の各種の作業のスケジュールを作成する。管理サーバ230は、上記の各種の作業のスケジュールの進捗を管理してもよい。管理サーバ230の詳細は後述される。

[0089] [管理システム200の各部の具体的な構成]

管理システム200の各部は、ハードウェアにより実現されてもよく、ソフトウェアにより実現されてもよく、ハードウェア及びソフトウェアにより実現されてもよい。管理システム200の各部は、その少なくとも一部が、単一のサーバによって実現されてもよく、複数のサーバによって実現されてもよい。管理システム200の各部は、その少なくとも一部が、仮想サーバ上又はクラウドシステム上で実現されてもよい。管理システム200の各部は、その少なくとも一部が、パーソナルコンピュータ又は携帯端末によって実現されてもよい。携帯端末としては、携帯電話、スマートフォン、PDA、タブレット、ノートブック・コンピュータ又はラップトップ・コンピュータ、ウェアラブル・コンピュータなどが例示される。管理システム200は、ブロックチェーンなどの分散型台帳技術又は分散型ネットワークを利用して、情報を格納してもよい。

[0090] 管理システム200を構成する構成要素の少なくとも一部がソフトウェアにより実現される場合、当該ソフトウェアにより実現される構成要素は、一般的な構成の情報処理装置において、当該構成要素に関する動作を規定したプログラムを起動することにより実現されてよい。上記の情報処理装置は、(i) CPU、GPUなどのプロセッサ、ROM、RAM、通信インターフェースなどを有するデータ処理装置と、(ii) キーボード、タッチパネル、カメラ、マイク、各種センサ、GPS受信機などの入力装置と、(iii) 表示装置、スピーカ、振動装置などの出力装置と、(iv) メモリ、HDD

などの記憶装置（外部記憶装置を含む。）とを備えてよい。上記の情報処理装置において、上記のデータ処理装置又は記憶装置は、上記のプログラムを記憶してよい。上記のプログラムは、プロセッサによって実行されることにより、上記の情報処理装置に、当該プログラムによって規定された動作を実行させる。上記のプログラムは、非一時的なコンピュータ可読記録媒体に格納されていてもよい。

[0091] 上記のプログラムは、コンピュータに、管理システム200における各種の情報処理に関する1又は複数の手順を実行させるためのプログラムであってもよい。上記のプログラムは、コンピュータを、芝刈機210を制御する制御装置として機能させるためのプログラムであってよい。

[0092] 管理システム200における各種の情報処理に関する1又は複数の手順は、芝刈機210を制御するための手順であってもよい。芝刈機210を制御するための手順は、例えば、芝刈機210に搭載された振動検出部から、振動検出部が検出した振動に関する振動情報を取得する振動情報取得段階を有する。上記の制御方法は、例えば、振動情報取得段階において取得された振動情報に基づいて、芝刈機210の進行方向、進行速度、走行モード及び作業モードの少なくとも1つを制御する制御段階を有する。上記の制御方法は、例えば、振動情報取得段階において取得された振動情報に基づいて、境界206を検出する境界検出段階を有する。上記のコンピュータは、ユーザ端末22、芝刈機210、及び、管理サーバ230の少なくとも1つに搭載されたコンピュータであってよい。

[0093] [芝刈機210の概要]

図3～図9を用いて、芝刈機210の概要を説明する。図3は、芝刈機210の内部構成の一例を概略的に示す。本実施形態において、芝刈機210は、筐体302を備える。本実施形態において、芝刈機210は、筐体302の下部に、一对の前輪312と、一对の後輪314とを備える。芝刈機210は、一对の後輪314のそれぞれを駆動する一对の走行用モータ316を備えてよい。

- [0094] 本実施形態において、前輪312は、車軸311に接続される。車軸311は、懸架装置313を介して筐体302に接続される。本実施形態において、後輪314は、車軸317に接続される。車軸317は、懸架装置318を介して筐体302に接続される。本実施形態において、懸架装置318は、車軸懸架方式（リジッドアスクールと称される場合もある。）の懸架装置であってもよく、独立懸架方式の懸架装置であってもよい。
- [0095] 本実施形態において、芝刈機210は、作業ユニット320を備える。作業ユニット320は、例えば、ブレードディスク322と、カッターブレード324と、作業用モータ326と、シャフト328とを有する。芝刈機210は、作業ユニット320の位置を調整する位置調整部330を備えてもよい。
- [0096] ブレードディスク322は、シャフト328を介して、作業用モータ326に連結される。カッターブレード324は、芝を切断するための刃刃であってよい。カッターブレード324は、ブレードディスク322に取り付けられ、ブレードディスク322と一緒に回転する。作業用モータ326は、ブレードディスク322を回転させる。ブレードディスク322及びカッターブレード324は、作業対象を切断するための切断部材の一例であってよい。
- [0097] 本実施形態において、芝刈機210は、筐体302の内部又は筐体302の上に、バッテリーユニット340と、ユーザインタフェース350と、撮像ユニット364と、振動センサ366と、振動センサ367と、センサユニット370と、制御ユニット380とを備える。撮像ユニット364は、撮像部の一例であってよい。振動センサ366及び振動センサ367は、振動検出部の一例であってよい。振動センサ366は、第1振動検出部及び第2振動検出部の一方の一例であってよい。振動センサ367は、第1振動検出部及び第2振動検出部の他方の一例であってよい。制御ユニット380は、制御装置の一例であってよい。
- [0098] 制御ユニット380は、技術的に矛盾しない範囲において、制御装置18

0と同様の構成を有してよい。同様に、制御装置180は、技術的に矛盾しない範囲において、制御ユニット380と同様の構成を有してよい。

[0099] 本実施形態において、バッテリーユニット340は、芝刈機210の各部に電力を供給する。本実施形態において、ユーザインタフェース350は、ユーザの入力を受け付ける。ユーザインタフェース350は、ユーザに情報を出力する。ユーザインタフェース350としては、キーボード、ポインティングデバイス、マイク、タッチパネル、ディスプレイ、スピーカなどが例示される。

[0100] 本実施形態において、撮像ユニット364は、芝刈機210の周囲を撮像する。撮像ユニット364は、作業領域202の少なくとも一部を撮像してよい。撮像ユニット364は、撮像された画像のデータを、管理サーバ230に送信してよい。画像は動画画像であってもよく、静止画像であってもよい。画像は広角画像であってもよく、180度パノラマ画像であってもよく、360度パノラマ画像であってもよい。画像は可視光カメラで撮像された画像であってもよく、赤外線カメラで撮像された画像であってもよい。

[0101] 画像データは、撮像された画像のデータと、当該画像が撮像された位置を示す情報とが対応付けられた情報であってもよい。画像データは、撮像された画像のデータと、当該画像が撮像された時刻を示す情報とが対応付けられた情報であってもよい。画像が撮像された位置を示す情報は、振動が検出された位置と、画像が撮像された位置を対応づけるための情報の一例であってもよい。画像が撮像された時刻を示す情報は、振動が検出された位置と、画像が撮像された位置を対応づけるための情報の一例であってもよい。

[0102] 撮像ユニット364は、振動センサ366及び振動センサ367の少なくとも一方が予め定められた閾値よりも大きな振動を検出した場合に、当該振動が検出された時刻を含む期間に撮像された画像の画像データを、管理サーバ230に送信してよい。例えば、撮像ユニット364は、振動が検出された時刻の前後30秒間の間に撮像された画像の画像データを、管理サーバ230に送信する。

- [0103] 上記期間の長さは特に限定されるものではないが、上記期間は、振動が検出された時刻の1分前から振動が検出された時刻までの期間を含むことが好ましく、振動が検出された時刻の30秒前から振動が検出された時刻までの期間を含むことがより好ましく、振動が検出された時刻の30秒前から振動が検出された時刻までの期間を含むことがさらに好ましい。上記期間は、振動が検出された時刻から振動が検出された時刻の一分後までの期間を含むことが好ましく、振動が検出された時刻から振動が検出された時刻の30秒後までの期間を含むことがより好ましく、振動が検出された時刻から振動が検出された時刻の15秒後までの期間を含むことがさらに好ましい。
- [0104] 撮像ユニット364は、撮像方向及び撮像条件の少なくとも一方を示す情報を、管理サーバ230に送信してもよい。撮像条件としては、ズーム倍率、絞り量、光学フィルタの有無又は要否、光学フィルタの種類、解像度、シャッター速度、フレームレート、ISO感度、撮影高度、画角、焦点距離、レンダリング設定などが例示される。撮像ユニット364は、制御ユニット380からの制御信号に基づいて、各種の処理を実行してよい。上記の処理としては、撮像開始、撮像停止、撮像方向の調整又は変更、撮像条件の調整又は変更、画像データの保存、画像データの送信などが例示される。
- [0105] 振動センサ366及び振動センサ367は、芝刈機210の振動を検出する。振動センサ366及び振動センサ367は、検出された振動に関する情報（振動データと称する場合がある。）を出力する。例えば、振動センサ366及び振動センサ367は、振動データを管理サーバ230に送信する。上述のとおり、振動データは、時刻を示す情報と、当該時刻における振動の大きさを示す情報とが対応付けられたデータであってよい。
- [0106] 振動センサ366及び振動センサ367は、技術的に矛盾が生じない範囲で、振動検出部160と同様の構成を有してよい。同様に、振動検出部160は、技術的に矛盾が生じない範囲で、振動センサ366及び振動センサ367の少なくとも一方と同様の構成を有してよい。
- [0107] 振動センサ366及び振動センサ367は、当該センサの主たる検出対象

となる振動を検出するのに適した位置に配されてよい。振動センサ366及び振動センサ367の少なくとも一方は、主に筐体302の振動を検出してよい。振動センサ366及び振動センサ367の少なくとも一方は、主に前輪312又は後輪314の振動を検出してよい。例えば、振動センサ366は、主に右側の前輪312の振動を検出し、振動センサ367は、主に左側の前輪312の振動を検出する。振動センサ366は、主に右側の後輪314の振動を検出し、振動センサ367は、主に左側の後輪314の振動を検出してよい。

[0108] 例えば、振動センサ366及び振動センサ367の少なくとも一方は、(i) 筐体302、(ii) 前輪312又は後輪314、(iii) 車軸311又は車軸317、及び、(iv) 懸架装置313又は懸架装置318の少なくとも1つに配される。振動センサ366及び振動センサ367の少なくとも一方は、(i) 前輪312又は後輪314、及び、(ii) 車軸311又は車軸317の少なくとも一方に配されてよい。これにより、振動センサ366及び振動センサ367の少なくとも一方は、前輪312又は後輪314と地面との接触により発生した振動をより正確に取得することができる。

[0109] なお、振動センサ366及び振動センサ367は、複数の振動センサの一例であり、複数の振動センサの配置方法は、本実施形態に限定されない。

[0110] 一実施形態において、筐体302の重心よりも右側に少なくとも1つの振動センサが配され、筐体302の重心よりも左側に少なくとも1つの振動センサが配されてもよい。筐体302の重心の近傍に少なくとも1つの振動センサが配され、筐体302の重心よりも右側に少なくとも1つの振動センサが配され、筐体302の重心よりも左側に少なくとも1つの振動センサが配されてもよい。

[0111] 他の実施形態において、筐体302の重心よりも前方側に少なくとも1つの振動センサが配され、筐体302の重心よりも後方側に少なくとも1つの振動センサが配されてもよい。筐体302の重心の近傍に少なくとも1つの振動センサが配され、筐体302の重心よりも前方側に少なくとも1つの振

動センサが配され、筐体302の重心よりも後方側に少なくとも1つの振動センサが配されてもよい。

[0112] さらに他の実施形態において、筐体302の重心よりも上方側に少なくとも1つの振動センサが配され、筐体302の重心よりも下方側に少なくとも1つの振動センサが配されてもよい。筐体302の重心の近傍に少なくとも1つの振動センサが配され、筐体302の重心よりも上方側に少なくとも1つの振動センサが配され、筐体302の重心よりも下方側に少なくとも1つの振動センサが配されてもよい。

[0113] 上記の3つの配置方法の組み合わせにより、複数の振動センサの設置位置が決定されてもよい。また、上述のとおり、振動センサが配される部材は、特に限定されない。例えば、振動センサは、筐体302、前輪312、後輪314、車軸311、車軸317、懸架装置313、懸架装置318などに配されてよい。

[0114] 本実施形態において、センサユニット370は、各種センサを備える。センサユニット370は、各種の内界センサを備えてよい。センサユニット370は、各種の外界センサを備えてよい。センサユニット370は、各種センサの出力を制御ユニット380に送信してよい。センサとしては、ミリ波センサ、近接検知センサ、車輪速センサ、荷重センサ、空転検知センサ、磁気センサ、地磁気センサ（方位センサ、電子コンパスなどと称される場合がある）、土壌水分センサなどが例示される。車輪速センサは、車輪の回転角又は回転数を検出するロータリエンコーダであってもよい。センサユニット370は、車軸311又は車軸317の位置変動を検出するセンサ、芝刈機210の重心近傍における加速度を検出するセンサ、芝刈機210の重心近傍における角速度を検出するセンサなどを備えてもよい。

[0115] 本実施形態において、制御ユニット380は、芝刈機210の動作を制御する。一実施形態によれば、制御ユニット380は、一对の走行用モータ316を制御して、芝刈機210の移動を制御する。他の実施形態によれば、制御ユニット380は、作業用モータ326を制御して、芝刈機210の作

業を制御する。

[0116] 制御ユニット380は、撮像ユニット364、振動センサ366、振動センサ376及びセンサユニット370の少なくとも1つの出力に基づいて、芝刈機210の動作を制御してよい。制御ユニット380は、管理サーバ230からの指示に基づいて、芝刈機210の動作を制御してもよい。管理サーバ230が生成した作業スケジュールを示す情報に基づいて、芝刈機210を制御してよい。制御ユニット380は、管理サーバ230が生成した命令に従って、芝刈機210を制御してもよい。制御ユニット380の詳細は後述される。

[0117] 図4は、制御ユニット380の内部構成の一例を概略的に示す。本実施形態において、制御ユニット380は、通信制御部410と、走行制御部420と、作業ユニット制御部430と、入出力制御部440とを備える。

[0118] 本実施形態において、制御ユニット380は、制御パラメータ決定部450を備える。制御ユニット380は、格納部460を備えてもよい。制御パラメータ決定部450は、制御装置の一例であってよい。制御パラメータ決定部450は、技術的に矛盾しない範囲において、図1に関連して説明された制御装置180と同様の構成を有してもよい。同様に、制御装置180は、技術的に矛盾しない範囲において、制御パラメータ決定部450と同様の構成を有してよい。

[0119] 本実施形態において、通信制御部410は、芝刈機210の外部の機器との通信を制御する。通信制御部410は、1又は複数の通信方式に対応した通信インタフェースであってもよい。外部の機器としては、ユーザ端末22、管理サーバ230などが例示される。

[0120] 本実施形態において、走行制御部420は、走行用モータ316を制御して、芝刈機210の移動を制御する。走行制御部420は、芝刈機210の自律走行を制御する。例えば、走行制御部420は、芝刈機210の進行速度、進行方向、走行モード、及び、走行経路の少なくとも1つを制御する。走行制御部420は、センサユニット370が出力したデータを利用して、

芝刈機 210 の直進制御、回転制御、及び、周回制御の少なくとも 1 つを実行してよい。走行制御部 420 は、走行用モータ 316 の電流値を監視してもよい。

[0121] 本実施形態において、作業ユニット制御部 430 は、作業ユニット 320 を制御する。作業ユニット制御部 430 は、作業ユニット 320 の作業モード、作業の種類、作業の強度、及び、作業を実施するタイミングの少なくとも 1 つを制御してよい。例えば、作業ユニット制御部 430 は、作業用モータ 326 を制御して、作業ユニット 320 の作業の強度を制御する。作業ユニット制御部 430 は、位置調整部 330 を制御して、作業ユニット 320 の作業の強度を制御してもよい。作業ユニット制御部 430 は、作業用モータ 326 の電流値を監視してよい。

[0122] 本実施形態において、入出力制御部 440 は、ユーザインタフェース 350、撮像ユニット 364、振動センサ 366、振動センサ 367 及びセンサユニット 370 の少なくとも 1 つからの入力を受け付ける。入出力制御部 440 は、ユーザインタフェース 350、撮像ユニット 364、振動センサ 366、振動センサ 367 及びセンサユニット 370 の少なくとも 1 つを制御してもよい。

[0123] 入出力制御部 440 は、ユーザインタフェース 350 に情報を出力する。入出力制御部 440 は、通信制御部 410 を介して、ユーザ端末 22 及び管理サーバ 230 の少なくとも一方に情報を出力してもよい。例えば、入出力制御部 440 は、芝刈機 210 の自己位置の推定精度が予め定められた基準に満たない場合、又は、芝刈機 210 に何らかの異常が発生した場合に、芝刈機 210 の状態を示す情報を、ユーザ端末 22 及び管理サーバ 230 の少なくとも一方に情報を出力する。

[0124] 本実施形態において、制御パラメータ決定部 450 は、走行制御部 420 及び作業ユニット制御部 430 の少なくとも一方を制御するためのパラメータ（制御パラメータと称される場合がある。）を決定する。制御パラメータ決定部 450 は、振動センサ 366 及び振動センサ 367 の少なくとも一方

が出力した振動データに基づいて、芝刈機 210 の進行方向、進行速度、走行モード及び作業モードの少なくとも 1 つを制御する。

[0125] 例えば、制御パラメータ決定部 450 は、(i) 振動センサ 366 及び振動センサ 367 の少なくとも一方が出力した振動データを入力され、(ii) 制御パラメータを出力する。制御パラメータ決定部 450 は、入力された振動データに基づいて、芝刈機 210 の進行方向、進行速度、作業モード及び走行モードの少なくとも 1 つを制御するための制御パラメータを生成してよい。

[0126] 制御パラメータ決定部 450 は、制御パラメータを変更するか否かを決定してもよい。例えば、制御パラメータ決定部 450 は、例えば、制御パラメータ決定部 450 は、(i) 振動センサ 366 及び振動センサ 367 の少なくとも一方が出力した振動データを入力され、(ii) 制御パラメータを変更するか否かを示す情報を出力する。制御パラメータ決定部 450 の詳細は後述される。

[0127] 本実施形態において、格納部 460 は、各種の情報を格納する。格納部 460 は、制御パラメータ決定部 450 が、制御パラメータを生成するために利用する各種の情報を格納してよい。

[0128] 一実施形態において、格納部 460 は、作業領域 202 に関する地理的な情報を格納してよい。他の実施形態において、格納部 460 は、芝刈機 210 の動作を決定するための設定情報を格納してよい。設定情報としては、振動パターンの変化が検出された場合における芝刈機 210 の動作に関する設定情報、特定の振動パターンが検出された場合における芝刈機 210 の動作に関する設定情報などが例示される。上記の設定情報は、制御情報の一例であってよい。

[0129] 図 5 は、制御パラメータ決定部 450 の内部構成の一例を概略的に示す。本実施形態において、制御パラメータ決定部 450 は、変更判定部 510 と、パラメータ決定部 520 とを備える。本実施形態において、パラメータ決定部 520 は、進行方向決定部 522 と、進行速度決定部 524 と、走行モ

ード決定部526と、作業モード決定部528とを有する。

[0130] 変更判定部510は、制御装置、振動情報取得部、制御部、及び、変更決定部の一例であってよい。パラメータ決定部520は、制御部の一例であってよい。進行方向決定部522は、命令出力部の一例であってよい。

[0131] 本実施形態において、変更判定部510は、振動センサ366及び振動センサ367の少なくとも一方が出力した振動データに基づいて、制御パラメータの変更の可否を判定する。変更判定部510は、複数の種類の制御パラメータのうち、変更されるべき制御パラメータを決定してもよい。これにより、変更判定部510は、振動センサ366及び振動センサ367の少なくとも一方が出力した振動データに基づいて、芝刈機210の進行方向、進行速度、作業モード及び走行モードの少なくとも1つを制御することができる。

[0132] 一実施形態において、変更判定部510は、振動センサ366及び振動センサ367の少なくとも一方が出力した振動データに基づいて、制御パラメータの変更の可否などを判定してもよい。他の実施形態において、変更判定部510は、作業領域202の境界206が検出された場合に、制御パラメータの変更の可否などを判定してもよい。変更判定部510は、振動データに基づいて作業領域202の境界206が検出された場合に、制御パラメータの変更の可否などを判定してもよい。

[0133] 作業領域202の境界206としては、(i)作業領域202の内部と外部とを区別するための境界、(ii)作業領域202の内部に配された障害物などの外縁を区別するための境界などが例示される。変更判定部510の詳細は後述される。

[0134] 本実施形態において、パラメータ決定部520は、各種の制御パラメータの内容を決定する。例えば、変更判定部510が制御パラメータの変更が必要であると判定した場合、パラメータ決定部520は、制御パラメータの内容を決定する。パラメータ決定部520は、複数の種類の制御パラメータのうち、変更判定部510が変更されるべき制御パラメータとして決定した制

御パラメータの内容を決定してよい。

[0135] 本実施形態において、進行方向決定部522は、芝刈機210の進行方向を制御するための制御パラメータを決定する。例えば、進行方向決定部522は、変更判定部510が芝刈機210の進行方向を変更すべきと判定した場合に、上記の制御パラメータを決定する。進行方向決定部522は、変更後の進行方向を示す制御パラメータを出力してよい。進行方向決定部522が出力した制御パラメータは、例えば、走行制御部420に送信される。これにより、進行方向決定部522は、芝刈機210の進行方向を制御することができる。上記の制御パラメータは、芝刈機210の進行方向を変更するための命令の一例であってよい。

[0136] より具体的には、進行方向決定部522は、確率モデルを利用して、変更前の進行方向と、変更後の進行方向とのなす角度を決定してよい。「変更前の進行方向と、変更後の進行方向とのなす角度」は、変更前の進行方向を示す平面ベクトルの始点と、変更後の進行方向を示す平面ベクトルの始点とを重ねた場合に、上記の2つのベクトルにより形成される2つの角度のうち、180度以下となる方の角度を意味してよい。

[0137] なお、本実施形態においては、変更前の進行方向及び変更後の進行方向のなす角度が決定されることにより、変更後の進行方向が決定される場合を例として、進行方向決定部522の詳細を説明する。しかしながら、進行方向決定部522が変更後の進行方向を決定する方法は、本実施形態に限定されない。他の実施形態において、進行方向決定部522は、(i) 転回位置における芝刈機210の回転量（例えば、回転角である。）を決定することで、変更後の進行方向を決定してもよく、(ii) 変更後の進行方向を示す方位又は方角を決定することで、変更後の進行方向を決定してもよい。

[0138] 一実施形態において、進行方向決定部522は、変更後の進行方向をランダムに決定する。これにより、変更判定部510が芝刈機210の進行方向を変更すべきと判定した場合に、芝刈機210の進行方向がランダムに変更される。その結果、芝刈機210が特定の領域に進入する頻度が調整される

- 。
- [0139] 他の実施形態において、進行方向決定部522は、変更前の進行方向と、変更後の進行方向とのなす角度が特定の数値範囲の範囲内となるように、変更後の進行方向を決定してよい。変更後の進行方向は、任意の確率モデルを用いて算出されてよい。
- [0140] 例えば、進行方向決定部522は、変更前の進行方向と、変更後の進行方向とのなす角度が、90度以上、好ましくは90度超、より好ましくは120度以上、さらに好ましくは120度超となるように、上記の数値範囲を設定する。そして、進行方向決定部522は、上記の数値範囲の範囲内で、変更後の進行方向を決定する。これにより、芝刈機210による進行方向前方の領域への進入が抑制される。
- [0141] 進行方向決定部522は、変更前の進行方向と、変更後の進行方向とのなす角度が、90度以下、好ましくは90度未満、より好ましくは60度以下、さらに好ましくは60度未満となるように、上記の数値範囲を設定してもよい。そして、進行方向決定部522は、上記の数値範囲の範囲内で、変更後の進行方向を決定する。これにより、芝刈機210による進行方向前方の領域への進入が促進される。
- [0142] 他の実施形態において、進行方向決定部522は、境界206の種類に基づいて、変更後の進行方向を決定してもよい。さらに他の実施形態において、進行方向決定部522は、芝刈機210の推定位置に基づいて、変更後の進行方向を決定してよい。
- [0143] 変更後の進行方向は、例えば、変更前の進行方向と、変更後の進行方向とのなす角度により示される。変更後の進行方向は、近接する境界206の延伸方向と、変更後の進行方向とのなす角度により示されてもよい。変更後の進行方向は、方位又は方角により示されてもよい。変更後の進行方向は、目標となるランドマークの識別情報により示されてもよい。変更後の進行方向は、特定のランドマークを基準として定められる角度により示されてもよい。

。

[0144] 本実施形態において、進行速度決定部524は、芝刈機210の進行速度を制御するための制御パラメータを決定する。例えば、進行速度決定部524は、変更判定部510が芝刈機210の進行方向を変更すべきと判定した場合に、上記の制御パラメータを決定する。進行速度決定部524は、変更後の進行速度を示す制御パラメータを出力してよい。進行速度決定部524が出力した制御パラメータは、例えば、走行制御部420に送信される。これにより、進行速度決定部524は、芝刈機210の進行速度を制御することができる。

[0145] 一実施形態において、進行速度決定部524は、境界206の種類に基づいて、変更後の進行速度を決定してもよい。他の実施形態において、進行速度決定部524は、芝刈機210の推定位置に基づいて、変更後の進行速度を決定してよい。さらに他の実施形態において、進行速度決定部524は、時刻又は時間帯に基づいて、変更後の進行速度を決定してよい。

[0146] 本実施形態において、走行モード決定部526は、芝刈機210の走行モードを制御するための制御パラメータを決定する。例えば、走行モード決定部526は、変更判定部510が芝刈機210の走行モードを変更すべきと判定した場合に、上記の制御パラメータを決定する。走行モード決定部526は、変更後の走行モードを示す制御パラメータを出力してよい。走行モード決定部526が出力した制御パラメータは、例えば、走行制御部420に送信される。これにより、走行モード決定部526は、芝刈機210の走行モードを制御することができる。

[0147] 一実施形態において、走行モード決定部526は、境界206の種類に基づいて、変更後の走行モードを決定してもよい。他の実施形態において、走行モード決定部526は、芝刈機210の推定位置に基づいて、変更後の走行モードを決定してよい。さらに他の実施形態において、走行モード決定部526は、時刻又は時間帯に基づいて、変更後の走行モードを決定してよい。

[0148] 本実施形態において、作業モード決定部528は、芝刈機210の作業モ

ードを制御するための制御パラメータを決定する。例えば、作業モード決定部528は、変更判定部510が芝刈機210の作業モードを変更すべきと判定した場合に、上記の制御パラメータを決定する。作業モード決定部528は、変更後の作業モードを示す制御パラメータを出力してよい。作業モード決定部528が出力した制御パラメータは、例えば、作業ユニット制御部430に送信される。これにより、作業モード決定部528は、芝刈機210の作業モードを制御することができる。

[0149] 一実施形態において、作業モード決定部528は、境界206の種類に基づいて、変更後の作業モードを決定してもよい。他の実施形態において、作業モード決定部528は、芝刈機210の推定位置に基づいて、変更後の作業モードを決定してよい。さらに他の実施形態において、作業モード決定部528は、時刻又は時間帯に基づいて、変更後の作業モードを決定してよい。

[0150] 図6は、変更判定部510の内部構成の一例を概略的に示す。本実施形態において、変更判定部510は、振動パターン抽出部610と、変動検出部620と、設定抽出部630と、判定結果生成部640とを備える。振動パターン抽出部610は、振動情報取得部の一例であってよい。変動検出部620は、制御部及び境界検出部の一例であってよい。設定抽出部630は、抽出部の一例であってよい。判定結果生成部640は、制御部、命令出力部及び変更決定部の一例であってよい。

[0151] 本実施形態において、振動パターン抽出部610は、振動センサ366及び振動センサ367の少なくとも一方が出力した振動データを取得する。振動パターン抽出部610は、1又は複数の振動データのそれぞれを解析して、各振動データに含まれる1又は複数の振動パターンを抽出する。振動パターン抽出部610は、抽出された振動パターンを示す情報を、変動検出部620に送信する。振動パターン抽出部610は、抽出された振動パターンを示す情報を、設定抽出部630に送信してもよい。

[0152] 例えば、振動パターン抽出部610は、0.1秒ごとに直前の10秒間の

振動データを解析して、当該振動データに含まれる1又は複数の振動パターンを抽出する。振動パターン抽出部610が各振動データを解析するタイミングは特に限定されない。例えば、振動パターン抽出部610は、予め定められた時間間隔で振動データを解析して、当該振動データに含まれる1又は複数の振動パターンを抽出する。振動パターン抽出部610が各振動データを解析するタイミングは、芝刈機210の進行速度に応じて決定されてもよい。

[0153] 同様に、各回の解析において利用される振動データの長さは特に限定されない。例えば、振動パターン抽出部610は、振動センサ366及び振動センサ367から刻一刻と送信されてくる振動データをバッファし、第1の時刻から第2の時刻までに取得された振動データを抽出する。第2の時刻は、第1の時刻よりも遅い時刻であってよい。振動パターン抽出部610は、抽出された振動データを解析して、当該振動データに含まれる1又は複数の振動パターンを抽出する。

[0154] 振動パターン抽出部610は、振動データに含まれる振動パターンの特徴と、予め定められた振動パターンの特徴とを比較することにより、振動データに含まれる1又は複数の振動パターンを決定してもよい。振動パターン抽出部610は、振動データが、特定の振動パターンの特徴を有するか否かを判定することにより、振動データに含まれる1又は複数の振動パターンを決定してもよい。

[0155] 一実施形態において、振動パターン抽出部610は、振動センサ366及び振動センサ367のそれぞれが出力した振動データを、学習済みの学習器に入力する。振動パターン抽出部610は、学習器から出力された1又は複数の振動パターンのそれぞれの識別情報を出力する。

[0156] 他の実施形態において、振動パターン抽出部610は、振動センサ366及び振動センサ367のそれぞれが出力した振動データを解析して、振動波形の周波数分布を算出する。振動パターン抽出部610は、周波数分布の分布形状に基づいて、振動データに含まれる1又は複数の振動パターンを決定

する。振動パターン抽出部610は、振動データに含まれると判断された1又は複数の振動パターンのそれぞれの識別情報を出力する。

[0157] 他の実施形態において、振動パターン抽出部610は、振動センサ366及び振動センサ367のそれぞれが出力した振動データを解析して、特定の周波数の振動の出現パターンを算出する。振動パターン抽出部610は、特定の周波数の振動の出現パターンに基づいて、振動データに含まれる1又は複数の振動パターンを決定する。振動パターン抽出部610は、振動データに含まれると判断された1又は複数の振動パターンのそれぞれの識別情報を出力する。

[0158] さらに他の実施形態において、振動パターン抽出部610は、振動センサ366及び振動センサ367のそれぞれが出力した振動データを解析して、振動の振幅の大きさの統計値を算出する。振動の振幅の大きさの統計値に基づいて、振動データに含まれる1又は複数の振動パターンを決定する。振動パターン抽出部610は、振動データに含まれると判断された1又は複数の振動パターンのそれぞれの識別情報を出力する。

[0159] さらに他の実施形態において、振動パターン抽出部610は、振動センサ366及び振動センサ367のそれぞれが出力した振動データを解析して、振動の断続パターンを算出する。振動パターン抽出部610は、振動の断続パターンに基づいて、振動データに含まれる1又は複数の振動パターンを決定する。振動パターン抽出部610は、振動データに含まれると判断された1又は複数の振動パターンのそれぞれの識別情報を出力する。

[0160] 振動パターン抽出部610は、1又は複数の振動データのそれぞれを解析して、各振動データに含まれるノイズを除去し、地面の種類又は特徴が反映された振動のデータを抽出してよい。振動パターン抽出部610は、地面の種類又は特徴が反映された振動のデータを解析して、1又は複数の振動パターンを抽出してもよい。

[0161] 振動パターン抽出部610は、(i) 走行用モータ316に供給される電流の電流値を示す情報、又は、(ii) 走行用モータ316が作動している

か否かを示す情報に基づいて、走行用モータ 316 が発生させたノイズを除去してよい。振動パターン抽出部 610 は、(i) 作業用モータ 326 に供給される電流の電流値を示す情報、又は、(ii) 作業用モータ 326 が作動しているか否かを示す情報に基づいて、作業用モータ 326 が発生させたノイズを除去してよい。

[0162] 振動パターン抽出部 610 は、センサユニット 370 が出力したデータを利用して、各振動データに含まれるノイズを除去してもよい。振動パターン抽出部 610 は、センサユニット 370 が出力したデータを利用して、各振動データを補正してもよい。例えば、センサユニット 370 に含まれる水分検出センサが、地面の水分量が予め定められた値よりも大きいことを検出した場合、振動パターン抽出部 610 は、検出された振動の振幅が大きくなるように、振動データを補正する。

[0163] 本実施形態において、変動検出部 620 は、1 又は複数の振動データのそれぞれから抽出された 1 又は複数の振動パターンを示す情報を取得する。変動検出部 620 は、1 又は複数の振動データのそれぞれについて、振動パターンが変化したか否かを判定する。振動パターンが変化すると判定された場合、例えば、変動検出部 620 は、振動パターンが変化したことを示す情報を、設定抽出部 630 に出力する。

[0164] [振動パターンが変化した場合における情報処理の一例]

一実施形態において、振動パターンが変化すると判定された場合、変動検出部 620 は、芝刈機 210 の進行方向、進行速度、作業モード及び走行モードの少なくとも 1 つを変更するか否かを決定する。変動検出部 620 は、振動パターンの変化に基づいて、芝刈機 210 の進行を継続してよいか否かを判定してもよい。

[0165] 変動検出部 620 は、例えば、格納部 460 に格納された設定情報 602 を参照して、芝刈機 210 の進行方向、進行速度、作業モード及び走行モードの少なくとも 1 つを変更するか否かを決定してよい。変動検出部 620 は、設定情報 602 を参照して、芝刈機 210 の進行方向、進行速度、作業モ

ード及び走行モードの少なくとも1つの変更の内容を決定してもよい。

[0166] 設定情報602は、振動パターンの変化が検出された場合における芝刈機210の動作に関する設定を示す情報であってよい。芝刈機210の動作に関する設定としては、(i)芝刈機210の進行を即座に停止させる、(ii)芝刈機210の進行を即座に停止させた後、芝刈機210を進行方向と逆方向に転回させる、又は、芝刈機210を後退させる、(iii)芝刈機210の進行速度を低下させた上で進行を継続する、(iv)芝刈機210の進行速度を変更することなく進行を継続するなどが例示される。

[0167] 例えば、振動パターン抽出部610の抽出した1又は複数の振動パターンの中に、作業領域202に特徴的な振動パターンが含まれていた場合において、時間の経過とともに、作業領域202に特徴的な振動パターンがなくなるとき、変動検出部620は、芝刈機210の進行方向、進行速度、作業モード及び走行モードの少なくとも1つを変更するか否かを決定する。この場合、変動検出部620は、芝刈機210の進行を継続しないことを決定してよい。具体的には、変動検出部620は、芝刈機210の進行方向を変更することを決定する。変動検出部620は、芝刈機210の進行を即座に停止し、転回することを決定してもよい。

[0168] 振動パターン抽出部610の抽出した1又は複数の振動パターンの中に、作業領域202に特徴的な振動パターンが含まれていた場合において、時間の経過とともに、作業領域202に特徴的な振動パターンが、作業領域202とは異なる非作業領域に特徴的な振動パターンに変化したとき、変動検出部620は、芝刈機210の進行方向、進行速度、作業モード及び走行モードの少なくとも1つを変更するか否かを決定してよい。この場合、変動検出部620は、芝刈機210の進行を継続しないことを決定してよい。

[0169] 一方、振動パターン抽出部610の抽出した1又は複数の振動パターンの中に、作業領域202とは異なる非作業領域に特徴的な振動パターンが含まれており、作業領域202に特徴的な振動パターンが含まれていなかった場合において、時間の経過とともに、非作業領域に特徴的な振動パターンが、

作業領域 202 に特徴的な振動パターンに変化したとき、変動検出部 620 は、芝刈機 210 の進行方向、進行速度、作業モード及び走行モードの少なくとも 1 つを変更するか否かを決定してよい。なお、振動パターンが変化したと判定される場合は、上記の場合に限定されないことを理解されたい。

[0170] 芝刈機 210 の進行方向、進行速度、作業モード及び走行モードの少なくとも 1 つを変更することが決定された場合、変動検出部 620 は、決定結果を示す情報を判定結果生成部 640 に出力する。これにより、変動検出部 620 は、振動センサ 366 及び振動センサ 367 の少なくとも一方が出力した振動データに基づいて、芝刈機 210 の進行方向、進行速度、走行モード及び作業モードの少なくとも 1 つを制御することができる。

[0171] [振動パターンが変化した場合における情報処理の他の例]

他の実施形態において、振動パターンが変化したと判定された場合、変動検出部 620 は、芝刈機 210 が作業領域 202 の境界 206 上に存在するか否かを決定する。これにより、変動検出部 620 は、作業領域 202 の境界 206 を検出することができる。上記の境界 206 は、芝刈機 210 の作業領域 202 の内部と外部（例えば、非作業領域である。）とを区切る境界であってもよく、作業領域 202 の内部に存在する境界であってもよい。

[0172] 例えば、振動パターン抽出部 610 の抽出した 1 又は複数の振動パターンの中に、作業領域 202 に特徴的な振動パターンが含まれていた場合において、時間の経過とともに、作業領域 202 に特徴的な振動パターンが含まれなくなったとき、変動検出部 620 は、境界 206 を検出する。振動パターン抽出部 610 の抽出した 1 又は複数の振動パターンの中に、作業領域 202 に特徴的な振動パターンが含まれていた場合において、時間の経過とともに、作業領域 202 に特徴的な振動パターンが、作業領域 202 とは異なる非作業領域に特徴的な振動パターンに変化したとき、変動検出部 620 は、境界 206 を検出してよい。振動パターン抽出部 610 の抽出した 1 又は複数の振動パターンの中に、作業領域 202 とは異なる非作業領域に特徴的な振動パターンが含まれており、作業領域 202 に特徴的な振動パターンが含

まれていなかった場合において、時間の経過とともに、非作業領域に特徴的な振動パターンが、作業領域 202 に特徴的な振動パターンに変化したとき、変動検出部 620 は、変動検出部 620 は、境界 206 を検出してよい。

[0173] 変動検出部 620 は、振動パターン抽出部 610 が抽出した振動パターンに基づいて、芝刈機 210 が接している境界 206 の種類を決定してもよい。具体的には、変動検出部 620 は、(i) 振動パターンの種類、又は、複数の振動パターンの組み合わせと、(ii) 境界の種類とが対応付けられた情報を参照して、芝刈機 210 が接している境界 206 の種類を決定してもよい。

[0174] 変動検出部 620 は、境界 206 に対する芝刈機 210 の進入角度を推定してもよい。例えば、変動検出部 620 は、振動センサ 366 が出力した振動データと、振動センサ 367 が出力した振動データとに基づいて、境界 206 に対する芝刈機 210 の進入角度を推定する。具体的には、変動検出部 620 は、振動センサ 366 が出力した振動データにおいて振動パターンの変化が検出された時刻と、振動センサ 367 が出力した振動データにおいて振動パターンの変化が検出された時刻との時間差に基づいて、境界 206 に対する芝刈機 210 の進入角度を推定してよい。

[0175] 変動検出部 620 は、振動センサ 366 が出力した振動データと、振動センサ 367 が出力した振動データと、センサユニット 370 が出力したデータとに基づいて、境界 206 に対する芝刈機 210 の進入角度を推定してもよい。センサユニット 370 が出力したデータとしては、(i) 直進維持制御が作動したか否かを示すデータ、(ii) モータのトルク又は電流値を示すデータ、(iii) 各車輪にかかる荷重バランスの変動を示すデータ、(iv) 各車輪又は各車軸と、懸架装置の基準位置との相対的な位置関係（ストロークと称される場合がある）を示すデータなどが例示される。

[0176] より具体的には、変動検出部 620 は、例えば、主に右側の車輪の振動を検出する振動センサの出力と、主に左側の車輪の振動を検出する振動センサの出力と、芝刈機 210 の進行速度を計測するセンサの出力とに基づいて、

境界 206 に対する芝刈機 210 の進入角度を推定する。変動検出部 620 は、主に右側の車輪の振動を検出する振動センサの出力と、主に左側の車輪の振動を検出する振動センサの出力と、芝刈機 210 の進行速度を計測するセンサの出力と、車体の幅を示す情報とに基づいて、境界 206 に対する芝刈機 210 の進入角度を推定してよい。車体の幅を示す情報は、左右の車輪の間隔を示す情報であってよい。車輪は、前輪であってもよく、後輪であってもよく、無限軌道であってもよい。

[0177] 本実施形態において、設定抽出部 630 は、芝刈機 210 の動作に関する変更の内容を決定する。例えば、設定抽出部 630 は、芝刈機 210 の進行方向、進行速度、作業モード及び走行モードの少なくとも 1 つに関する変更の内容を決定する。

[0178] 本実施形態において、設定抽出部 630 は、例えば、格納部 460 に格納された設定情報 604 を参照して、芝刈機 210 の動作に関する変更の内容を決定する。より具体的には、設定抽出部 630 は、設定情報 604 を参照して、振動パターン抽出部 610 が抽出した 1 又は複数の振動パターンの少なくとも 1 つに合致する振動パターンに対応付けられた、芝刈機 210 の動作を抽出する。

[0179] 設定情報 604 は、(i) 予め定められた 1 以上の振動パターンのそれぞれと、(ii) 芝刈機 210 の動作とが対応付けられた情報であってよい。設定情報 604 は、(i) 予め定められた 1 以上の振動パターンのそれぞれの識別情報と、(ii) 当該振動パターンが検出された領域への進入の許否を示す情報とを対応付けて格納してよい。設定情報 604 は、(i) 予め定められた 1 以上の振動パターンのそれぞれの識別情報と、(ii) 進行方向、進行速度、走行モード及び作業モードの少なくとも 1 つに関する変更の内容を示す情報とを対応付けて格納してもよい。

[0180] 設定情報 604 において、振動パターンの変化に応じて、異なる動作が対応付けられていてもよい。例えば、設定情報 604 は、(i) 予め定められた 1 以上の振動パターンのそれぞれの識別情報と、(ii) 直前の期間にお

いて検出されていた振動パターンの識別情報と、(i i i) 進行方向、進行速度、走行モード及び作業モードの少なくとも1つに関する変更の内容を示す情報とを対応付けて格納する。

[0181] 設定情報604において、複数の振動パターンの組み合わせと、芝刈機210の動作とが対応付けられていてもよい。例えば、設定情報604は、(i) 予め定められた1以上の振動パターンのそれぞれの識別情報と、(i i) 同時期に検出された振動パターンの識別情報と、(i i i) 進行方向、進行速度、走行モード及び作業モードの少なくとも1つに関する変更の内容を示す情報とを対応付けて格納する。

[0182] 設定情報604は、振動パターン抽出部610が抽出した振動パターンを識別することができない場合における、芝刈機210の動作に関する設定を格納してもよい。例えば、設定情報604は、(i) 振動パターンが不明又は識別不能であることを示す情報と、(i i) 進行方向、進行速度、走行モード及び作業モードの少なくとも1つに関する変更の内容を示す情報とを対応付けて格納する。

[0183] 本実施形態において、判定結果生成部640は、制御パラメータの変更の要否に関する判定結果を示す情報を生成する。判定結果生成部640は、判定結果を示す情報を、パラメータ決定部520に出力する。判定結果を示す情報は、芝刈機210の進行方向、進行速度、作業モード及び走行モードの少なくとも1つを制御又は変更するための命令の一例であってよい。これにより、判定結果生成部640は、振動センサ366及び振動センサ367の少なくとも一方が出力した振動データに基づいて、芝刈機210の進行方向、進行速度、作業モード及び走行モードの少なくとも1つを制御することができる。

[0184] より具体的には、判定結果生成部640は、変動検出部620が出力した情報を取得する。判定結果生成部640は、設定抽出部630が出力した情報を取得する。判定結果生成部640は、変動検出部620及び設定抽出部630の少なくとも一方が出力した情報に基づいて、芝刈機210の進行方

向、進行速度、作業モード及び走行モードの少なくとも1つを変更することを決定する。

[0185] 判定結果生成部640は、変動検出部620が芝刈機210の進行を継続させることを決定した場合、芝刈機210が境界206に対して略垂直な方向に進行するように、進行方向を変更することを決定してよい。判定結果生成部640は、変動検出部620が芝刈機210の進行を継続させないことを決定した場合、芝刈機210が作業領域202の内部に向かって進行するように、進行方向を変更することを決定してよい。進行方向の具体的な方向は、例えば、進行方向決定部522により決定される。

[0186] 本実施形態において、制御パラメータ決定部450が芝刈機210に配される場合について説明した。しかしながら、制御パラメータ決定部450は本実施形態に限定されない。他の実施形態において、制御パラメータ決定部450又は制御パラメータ決定部450の一部が、管理サーバ230に配されてもよい。

[0187] 図7、図8及び図9を用いて、制御ユニット380における情報処理の一例について説明する。図7は、芝刈機210の動作を制御する方法の一例を概略的に示す。図8は、芝刈機210がタイル712により示される境界に進入する時の様子の一例を概略的に示す。図9は、芝刈機210がタイル712により示される境界に進入時の振動データの一例を概略的に示す。

[0188] 本実施形態において、芝刈機210は、敷地700に含まれる作業領域702及び作業領域722の内部を自律的に移動しながら、作業領域702及び作業領域722の内部に生育する芝12を切断する。作業領域702及び作業領域722は、通路710で接続されている。

[0189] 本実施形態において、作業領域702と、通路710との境界には、タイル712が配される。作業領域722と、通路710との境界には、タイル714が配される。タイル712の材質及び表面の凹凸パターンは、タイル712の表面の状態が、作業領域702及び通路710の表面の状態と異なるように、選択される。タイル714の材質及び表面の凹凸パターンは、タ

イル714の表面の状態が、作業領域722及び通路710の表面の状態と異なるように、選択される。

[0190] 本実施形態において、作業領域702の境界706は、作業領域702の内部と外部とを区切る。通路710の境界716は、通路710の内部と外部とを区切る。作業領域722の境界726は、作業領域722の内部と外部とを区切る。敷地700の内部の領域であって、作業領域702、通路710及び作業領域722の外部に位置する領域は、非作業領域の一例であってよい。

[0191] 境界706、境界716及び境界726は、芝刈機210が当該境界を超えて進行することが禁止された境界であってよい。一方、タイル712及びタイル714により示される境界は、芝刈機210が当該境界を超えて進行することが許可された境界であってよい。これにより、芝刈機210のユーザは、芝刈機210の行動範囲を、作業領域702、通路710及び作業領域722の内部に制限することができる。

[0192] 本実施形態によれば、芝刈機210は、作業領域702の内部において、例えば、任意の方位に向かって直進する。芝刈機210が作業領域702の境界706に接近すると、芝刈機210は、振動パターンの変化を検出する。なお、設定情報602において、振動パターンの変化が検出された場合には、少なくとも振動パターンの解析が終了するまで、芝刈機210の進行速度を変更することなく進行を継続することが設定されていてよい。芝刈機210は、振動パターンの変化を検出すると、当該振動パターンを解析して、芝刈機210の動作を決定する。

[0193] 本実施形態によれば、作業領域702の内部及び外部を区切る境界706は、境界706の先の領域において芝刈機210の進行が禁止されていることを示す。そこで、芝刈機210は、進行を停止し、当該位置において転回する。芝刈機210が上記の動作を繰り返しているうちに、芝刈機210がタイル712の上を通過する。芝刈機210がタイル712の上を通過すると、変更判定部510が、タイル712に特有の振動パターンを検出する。

- [0194] ここで、一実施形態によれば、芝刈機 210 が通路 710 を移動するときには、芝刈機 210 が作業を中断することが好ましい。また、芝刈機 210 が通路 710 を移動するときには、芝刈機 210 が通路 710 の延伸方向に沿って直進することが好ましい。
- [0195] そこで、ユーザは、事前に、(i) 芝刈機 210 がタイル 712 の上を走行したときに検出される振動パターンと、(ii) 芝刈機 210 が、作業を中断し、タイル 712 により示される境界に対して略垂直な方向に進行するための設定とが対応付けられた設定情報 604 を作成しておく。設定情報 604 は、タイル 712 により示される境界に対して略垂直な方向の方位又は方角を示す情報を含んでもよい。設定情報 604 は、芝刈機 210 が通路 710 を移動するときの進行速度に関する設定を含んでもよい。なお、時間帯により、異なる設定が指定されてもよい。
- [0196] 同様に、ユーザは、(i) 芝刈機 210 がタイル 714 の上を走行したときに検出される振動パターンと、(ii) 芝刈機 210 が、作業を中断し、タイル 714 により示される境界に対して略垂直な方向に進行するための設定とが対応付けられた設定情報 604 を作成しておく。また、ユーザは、(i) 芝刈機 210 が芝 12 の上を走行したときに検出される振動パターンと、(ii) 芝刈機 210 が、特定の走行モード及び作業強度で芝刈り作業を実施するための設定とが対応付けられた設定情報 604 を作成しておく。
- [0197] 本実施形態によれば、変更判定部 510 が、タイル 712 に特有の振動パターンを検出すると、変更判定部 510 は、タイル 712 により示される境界に略垂直な方向であって、作業領域 702 から作業領域 722 に向かう方向に、進行方向を変更することを決定する。例えば、変更判定部 510 は、下記の手順により、芝刈機 210 の進行方向を変更する。
- [0198] 本実施形態によれば、まず、変動検出部 620 が、タイル 712 により示される境界に対する芝刈機 210 の進入角度 θ を推定する。例えば、本実施形態において、振動センサ 366 は、主に進行方向右側の前輪 312 の振動を検出し、振動センサ 367 は、主に進行方向左側の前輪 312 の振動を検

出する。そこで、図8及び図9に示されるように、芝刈機210の進行方向Fが、タイル712により示される境界の延伸方向（図8においてx方向として示される。）に対して角度 θ だけ傾いている場合、特定の振動パターンが振動センサ366からの振動データにおいて検出される時刻と、当該振動パターンが振動センサ367からの振動データにおいて検出される時刻との間に時間差 $d t$ が生じる。

[0199] 上記の特定の振動パターンとしては、(i) 芝刈機210がタイル712に乗り上げたときに検出される振動パターン、(ii) 芝刈機210がタイル712の上を走行しているときに検出される振動パターンなどが例示される。なお、タイル712により示される境界の延伸方向は、図8においてx方向として示される。また、図8において、y方向は、タイル712により示される境界の垂線方向である。

[0200] 図9に示された例によれば、振動センサ366が出力した振動データにより示される振動波形966を解析することで、進行方向右側の前輪312が接触する地面の状態を推測することができる同様に、振動センサ367が出力した振動データにより示される振動波形967を解析することで、進行方向左側の前輪312が接触する地面の状態を推測することができる。

[0201] 例えば、変動検出部620は、振動波形966を解析して、時刻 t_{12} 以前の期間において、芝刈機210が芝12の上を走行しているときに特有の振動パターンを検出する。また、変動検出部620は、時刻 t_{14} 以降の期間において、芝刈機210がタイル712の上を走行しているときに特有の振動パターンを検出する。さらに、変動検出部620は、時刻 t_{12} から t_{14} の期間に、芝刈機210が段差を乗り越えたときに特有の振動パターンを検出する。

[0202] 同様に、変動検出部620は、振動波形967を解析して、時刻 t_{22} 以前の期間において、芝刈機210が芝12の上を走行しているときに特有の振動パターンを検出する。また、変動検出部620は、時刻 t_{24} 以降の期間において、芝刈機210がタイル712の上を走行しているときに特有の振動

パターンを検出する。さらに、変動検出部620は、時刻 t_{22} から t_{24} の期間に、芝刈機210が段差を乗り越えたときに特有の振動パターンを検出する。

[0203] ここで、2つの前輪312の距離を W [m] とし、芝刈機210の進行速度を v [m/s] とし、時刻 t_{12} 及び時刻 t_{22} の時間差の絶対値を dt [s] とすると、下記の数式(1)が成り立つ。なお、 dt は、時刻 t_{14} 及び時刻 t_{24} の時間差の絶対値であってもよい。

$$t \tan \theta = W / (v \times dt) \quad \dots \text{数式(1)}$$

[0204] 2つの前輪312の距離 W は既知であるので、変動検出部620は、数式(1)を利用して、芝刈機210の進行速度 v と、振動波形966及び振動波形967において同一の振動パターンが検出される時間差 dt とに基づいて、タイル712により示される境界に対する芝刈機210の進入角度 θ を算出することができる。変動検出部620は、振動パターンの変化が検出されたことを示す情報と、芝刈機210がタイル712の上を走行したときに特有の振動パターンが検出されたことを示す情報と、芝刈機210の進入角度 θ を示す情報とを、設定抽出部630に送信する。

[0205] 次に、設定抽出部630は、設定情報604を参照して、設定情報604において、芝刈機210がタイル712の上を走行したときに特有の振動パターンに対応付けられた、芝刈機210の動作に関する設定を抽出する。上述のとおり、設定情報604において、(i)芝刈機210がタイル712の上を走行したときに検出される振動パターンと、(ii)芝刈機210が、作業を中断し、タイル712により示される境界に対して略垂直な方向に進行することとが対応付けられている。

[0206] そこで、設定抽出部630は、芝刈機210の進入角度 θ が略垂直であるか否かを判定する。芝刈機210の進入角度 θ が略垂直である場合、設定抽出部630は、芝刈機210の作業モードを変更することを決定する。一方、芝刈機210の進入角度 θ が略垂直でない場合、設定抽出部630は、芝刈機210の進行方向及び作業モードを変更することを決定する。設定抽出

部630は、決定結果を判定結果生成部640に送信する。

[0207] 芝刈機210の進入角度 θ が略垂直であるか否かの判定基準（例えば、進入角度 θ の数値範囲である。）は、通路710の幅、長さ及び形状に基づいて決定されてよい。上記の判断基準は、例えば、芝刈機210が通路710を通過する間に、芝刈機210が境界716に接触する回数が、（i）予め定められた閾値以下であるという条件、（ii）予め定められた閾値より小さいという条件、又は、（iii）最小になる（0回を含む。）という条件を満足するように、決定される。

[0208] 次に、判定結果生成部640は、判定結果を示す情報を生成する。判定結果生成部640は、判定結果を示す情報を、例えば、走行制御部420及び作業ユニット制御部430に送信する。判定結果を示す情報は、例えば、芝刈機210の進行方向が変更されることを示す情報と、変更後の進行方向を示す情報と、作業が中断されることを示す情報とを含む。判定結果を示す情報は、芝刈機210の進入角度 θ を示す情報を含んでもよい。変更後の進行方向を示す情報は、略垂直の判断基準を示す情報であってもよく、方位又は方角を示す情報であってもよい。

[0209] 走行制御部420は、進行方向が変更されることを示す情報を受信すると、走行用モータ316を制御して、芝刈機210の進行方向を変更する。一実施形態において、走行制御部420は、略垂直の判断基準を示す情報と、芝刈機210の進入角度 θ を示す情報とに基づいて、芝刈機210の転回角度を決定する。他の実施形態において、走行制御部420は、芝刈機210の進行方向が、判定結果を示す情報により示される方位又は方角となるように、芝刈機210の転回角度を決定する。さらに他の実施形態において、走行制御部420は、上述の時間差 d_t が予め定められた閾値以下になるまで、又は、上述の時間差 d_t が予め定められた閾値より小さくなるまで、タイヤ712の近傍で、芝刈機210の転回を繰り返す。

[0210] 作業ユニット制御部430は、作業が中断されることを示す情報を受信すると、作業用モータ326を停止させる。また、作業ユニット制御部430

は、位置調整部 330 を動作させて、作業ユニット 320 を上昇させる。

[0211] 本実施形態によれば、芝刈機 210 は、予め定められた走行モードに従って、作業領域 702 及び作業領域 722 の内部を自律的に走行することができる。また、芝刈機 210 は、予め定められた作業モードに従って、作業領域 702 及び作業領域 722 の内部で生育している芝 12 を切断することができる。さらに、ユーザは、タイル 712 又はタイル 714 を利用して、タイル 712 又はタイル 714 が配された地点における芝刈機 210 の動作を制御することができる。

[0212] また、本実施形態によれば、芝刈機 210 の振動に基づいて、芝刈機 210 の動作を決定する。そのため、芝刈機 210 が埋設されたワイヤにより境界を検出する場合と比較して、ワイヤを設置する手間を省略することができる。また、境界の一部の領域が破損した場合であっても、芝刈機 210 は境界の他の領域を検出することができる。さらに、境界の位置を示すマップ情報が完成していない場合であっても、又は、当該マップ情報がない場合であっても、芝刈機 210 は、境界を検出することができる。

[0213] 本実施形態においては、設定抽出部 630 が、設定情報 604 を参照して、タイル 712 が配された地点における芝刈機 210 の動作を決定する場合について説明した。しかしながら、芝刈機 210 の内部又は境界 706 上の特定の地点における芝刈機 210 の動作を決定する方法は、本実施形態に限定されない。

[0214] 他の実施形態において、設定抽出部 630 は、作業領域 202 の内部又は境界 706 上の特定の地点又は領域の位置を示す情報と、当該特定の地点又は領域における芝刈機 210 の動作に関する設定を示す情報とが対応付けられたマップ情報を利用して、芝刈機 210 の内部又は境界 706 上の特定の地点における芝刈機 210 の動作を決定する。例えば、設定抽出部 630 は、芝刈機 210 の推定位置を示す情報を取得し、マップ情報を参照して、当該推定位置における芝刈機 210 の動作を決定する。さらに他の実施形態において、設定抽出部 630 は、振動データと、マップ情報とを利用して、芝

刈機 210 の内部又は境界 706 上の特定の地点における芝刈機 210 の動作を決定してもよい。

[0215] 図 10 は、管理サーバ 230 の内部構成の一例を概略的に示す。本実施形態において、管理サーバ 230 は、通信制御部 1010 と、要求処理部 1020 と、マップ管理部 1030 と、機器管理部 1040 と、生育状態管理部 1050 と、作業計画管理部 1060 とを備える。

[0216] 本実施形態において、通信制御部 1010 は、管理サーバ 230 の外部の機器との通信を制御する。通信制御部 1010 は、1 又は複数の通信方式に対応した通信インタフェースであってもよい。外部の機器としては、ユーザ端末 22、芝刈機 210 などが例示される。本実施形態において、要求処理部 1020 は、外部の機器からの要求を受け付ける。要求処理部 1020 は、外部の機器からの要求を処理する。

[0217] 本実施形態において、マップ管理部 1030 は、マップ情報を管理する。例えば、マップ管理部 1030 は、マップ情報の生成、更新、削除及び検索などの処理を実行する。一実施形態において、マップ管理部 1030 は、作業領域 202 に含まれる全てのサブエリア 204 のマップ情報を管理する。他の実施形態において、マップ管理部 1030 は、作業領域 202 に含まれるサブエリア 204 のうち、一部のサブエリア 204 について、当該サブエリアのマップ情報を管理する。マップ管理部 1030 の詳細は後述される。

[0218] 本実施形態において、機器管理部 1040 は、管理システム 200 を構成する各種の機器を管理する。例えば、機器管理部 1040 は、芝刈機 210 を制御する。機器管理部 1040 は、管理システム 200 に関連する各種の機器に関する情報を管理してもよい。例えば、機器管理部 1040 は、芝刈機 210 から、芝刈機 210 の状態に関する情報を取得する。機器管理部 1040 は、ユーザ端末 22 に関する情報を管理してもよい。

[0219] 本実施形態において、生育状態管理部 1050 は、芝 12 の生育状態に関する情報を管理する。生育状態管理部 1050 は、作業領域 202 に含まれる複数のサブエリア 204 のそれぞれにおける、芝 12 の生育状態に関する

情報を管理してもよい。生育状態管理部1050は、作業領域202に含まれる複数のサブエリア204の少なくとも1つにおける、芝12の生育状態に関する情報を管理してもよい。

[0220] 芝12の生育状態としては、芝12の生育ステージ、芝12の生育状況などが例示される。芝12の生育状況を示す情報としては、芝12の色、芝12の太さ、芝12の密度などが例示される。芝12がよく生育する程、作業ユニット320の負荷が大きくなることが考えられる。そこで、芝12の生育状況を示す情報は、作業ユニット320の負荷を示す情報であってもよい。作業ユニット320の負荷としては、作業用モータ326の負荷、カッターブレード324の消耗具合などが例示される。

[0221] 生育状態管理部1050は、芝12の生育環境に関する情報を管理してもよい。芝12の生育環境としては、サブエリア204の土壌に関する情報などが例示される。

[0222] 本実施形態において、作業計画管理部1060は、芝刈機210が実施する作業のスケジュール（作業スケジュールと称される場合がある。）を管理する。作業計画管理部1060は、作業領域202に含まれる複数のサブエリア204のそれぞれについて、当該サブエリアにおいて実施される作業のスケジュールを計画してよい。作業計画管理部1060は、芝刈機210の作業スケジュールを計画してよい。作業計画管理部1060は、芝刈機210の作業スケジュールの進捗を管理してよい。

[0223] 作業スケジュールは、(i) 複数のサブエリア204のそれぞれを示す識別情報と、(ii) 当該サブエリアにおいて、芝12の育成に関する作業を実施するタイミングと、(iii) 当該サブエリアにおける作業の種類及び強度の少なくとも一方とが対応付けられた情報であってよい。作業の種類は、種蒔き、剪定、芝刈り、草刈り、給水、施肥、土入れ、及び、除草の少なくとも1つであってよい。作業計画管理部1060は、生育状態管理部1050が取得情報に基づいて、作業スケジュールを更新してもよい。

[0224] 図11は、マップ管理部1030の内部構成の一例を概略的に示す。本実

施形態において、マップ管理部1030は、位置データ取得部1122と、振動データ取得部1124と、画像データ取得部1126と、マップ情報生成部1130と、設定画面生成部1140と、入出力制御部1150と、設定情報生成部1160とを備える。

[0225] マップ管理部1030は、周辺情報取得部の一例であってよい。振動データ取得部1124は、周辺情報取得部の一例であってよい。マップ情報生成部1130は、制御情報生成部の一例であってよい。入出力制御部1150は、指示受付部の一例であってよい。設定情報生成部1160は、制御情報生成部の一例であってよい。

[0226] 本実施形態において、位置データ取得部1122は、芝刈機210の推定位置を示す情報を取得する。位置データ取得部1122は、時刻を示す情報と、当該時刻における芝刈機210の推定位置を示す情報とが対応づけられた情報を取得してもよい。

[0227] 芝刈機210の推定位置を示す情報は、センサユニット370の出力データに含まれてもよい。位置データ取得部1122は、センサユニット370の内界センサの出力データに基づいて、芝刈機210の推定位置を算出してもよい。位置データ取得部1122は、センサユニット370の外界センサの出力データに基づいて、芝刈機210の推定位置を算出してもよい。位置データ取得部1122は、撮像ユニット364の出力データに基づいて、芝刈機210の推定位置を算出してもよい。

[0228] 本実施形態において、振動データ取得部1124は、芝刈機210の振動に関する情報を取得する。例えば、振動データ取得部1124は、振動センサ366が出力した振動データを取得する。振動データ取得部1124は、振動センサ366が出力した振動データを取得してもよい。振動データ取得部1124は、時刻を示す情報と、当該時刻における芝刈機210の振動に関する情報とが対応付けられた情報を取得してもよい。振動データ取得部1124は、芝刈機210の推定位置を示す情報と、当該推定位置における芝刈機210の振動に関する情報とが対応付けられた情報を取得してもよい。

- [0229] 本実施形態において、画像データ取得部 1126 は、芝刈機 210 の周辺の画像の画像データを取得する。例えば、画像データ取得部 1126 は、撮像ユニット 364 が撮像した画像の画像データを取得する。画像データ取得部 1126 は、時刻を示す情報と、当該時刻において撮像された画像の画像データとが対応付けられた情報を取得してよい。画像データ取得部 1126 は、芝刈機 210 の推定位置を示す情報と、当該推定位置において撮像された画像の画像データとが対応付けられた情報を取得してもよい。
- [0230] 本実施形態において、芝刈機 210 の周辺の様子が撮像された画像の画像データが、撮影時刻を示す情報及び撮影位置を示す情報の少なくとも一方と対応づけられている。また、振動データが、振動検出時刻を示す情報及び振動検出位置を示す情報の少なくとも一方と対応づけられている。これにより、振動が検出された位置と、画像データが撮像された位置とが対応づけられ得る。画像データと、撮影時刻を示す情報及び撮影位置を示す情報の少なくとも一方と対応づけられた情報は、周辺情報の一例であってよい。
- [0231] 本実施形態において、マップ情報生成部 1130 は、各種のマップ情報を生成する。マップ情報生成部 1130 は、設定画面生成部 1140 及び入出力制御部 1150 と協働して、マップ情報を生成してもよい。マップ情報は、制御情報の一例であってよい。
- [0232] マップ情報としては、(i) 境界の位置を示す情報、(ii) 境界上の特定の地点又は領域の位置を示す情報と、当該特定の地点又は領域における振動パターンを示す情報とが対応付けられた情報、(iii) 境界上の特定の地点又は領域の位置を示す情報と、当該特定の地点又は領域における境界の種類を示す情報とが対応付けられた情報、(iv) 境界上の特定の地点又は領域の位置を示す情報と、当該特定の地点又は領域における振動パターンを示す情報と、当該特定の地点又は領域における境界の種類を示す情報とが対応付けられた情報、(v) 作業領域 202 の内部又は境界上の特定の地点又は領域の位置を示す情報と、当該特定の地点又は領域における芝刈機 210 の動作に関する設定を示す情報とが対応付けられた情報、(vi) 境界上の

特定の地点又は領域の位置を示す情報と、当該特定の地点又は領域における振動パターンを示す情報と、当該特定の地点又は領域における芝刈機 210 の動作に関する設定を示す情報とが対応付けられた情報などが例示される。

[0233] 本実施形態において、マップ情報生成部 1130 は、位置データ取得部 1122 から、時刻を示す情報と、当該時刻における芝刈機 210 の推定位置を示す情報とが対応づけられた情報を取得する。マップ情報生成部 1130 は、振動データ取得部 1124 から、例えば、時刻を示す情報と、当該時刻における芝刈機 210 の振動に関する情報とが対応付けられた情報を取得する。マップ情報生成部 1130 は、画像データ取得部 1126 から、例えば、時刻を示す情報と、当該時刻において撮像された画像の画像データとが対応付けられた情報を取得する。

[0234] 本実施形態において、マップ情報生成部 1130 は、例えば、時刻を示す情報をキーとして、芝刈機 210 の推定位置と、芝刈機 210 の振動と、芝刈機 210 の周辺の画像とを対応付ける。これにより、マップ情報生成部 1130 は、振動が検出された地点の位置を示す情報と、当該振動が検出された時点の前後の期間における振動波形を示す振動データと、当該振動が検出された時点の前後の期間における周囲の様子を示す画像データとが対応付けられたマップ情報を生成することができる。

[0235] マップ情報生成部 1130 は、上記のマップ情報を、設定画面生成部 1140 に出力する。上記のマップ情報は、ユーザが、芝刈機 210 の動作に関する設定を指定する処理において利用される。マップ情報生成部 1130 は、入出力制御部 1150 から、入出力制御部 1150 が受け付けた指示により示される芝刈機 210 の動作を示す情報を取得する。これにより、マップ情報生成部 1130 は、特定の地点又は領域の位置を示す情報と、当該地点又は領域における芝刈機 210 の動作を示す情報とが対応付けられたマップ情報を生成することができる。マップ情報生成部 1130 は、特定の振動パターンと、当該振動パターンが検出された場合における芝刈機 210 の動作を示す情報とが対応付けられたマップ情報を生成することができる。

- [0236] 本実施形態において、設定画面生成部 1140 は、ユーザが、芝刈機 210 の動作に関する設定を指定するための設定画面を生成する。設定画面生成部 1140 は、例えば、ユーザによる、設定情報 602 及び設定情報 604 の少なくとも一方の作成作業を支援するための設定画面を生成する。
- [0237] 設定画面生成部 1140 は、マップ情報生成部 1130 が生成したマップ情報の少なくとも一部をユーザに提示するための画面を生成してよい。設定画面生成部 1140 は、ユーザからの入力を受け付けるための画面を生成してもよい。例えば、設定画面生成部 1140 は、ユーザが、芝刈機 210 の動作を指定するための入力フォームを含む画面を生成する。これにより、ユーザは、例えば、(i) 画像データ取得部 1126 が取得した画像の一部を参照して、芝刈機 210 の位置、又は、芝刈機 210 の周囲の状況を把握した上で、(ii) 当該位置における芝刈機 210 の動作を指定することができる。設定画面の詳細は後述される。
- [0238] 本実施形態において、入出力制御部 1150 は、設定画面生成部 1140 が生成した設定画面を、ユーザに提示する。例えば、入出力制御部 1150 は、ユーザ端末 22 からの要求に応じて、ユーザ端末 22 に設定画面のデータを送信する。
- [0239] 設定画面は、例えば、マップ情報生成部 1130 が生成したマップ情報の少なくとも一部を表示するための領域を含む。マップ情報は、振動が検出された地点又は領域の位置を示す情報と、当該地点又は領域において撮像された画像の画像データとを含む。上記の画像は、上記の振動が検出された時点を含む任意の長さの期間に撮像された、(i) 動画像、又は、(ii) 1 若しくは複数の静止画像であってよい。上記の領域は、任意のサブエリア 204 であってよい。設定画面には、ユーザの入力を受け付けるための入力フォームが配されていてもよい。
- [0240] 本実施形態において、入出力制御部 1150 は、芝刈機 210 の動作に関する、ユーザからの指示を受け付ける。例えば、入出力制御部 1150 は、ユーザ端末 22 を介して、ユーザから、画像データが撮像された位置にお

る芝刈機 210 の動作に関する指示を受け付ける。入出力制御部 1150 は、上記の設定画面に設けられた入力フォームに入力された情報を取得することで、ユーザの指示を受け付けてよい。入出力制御部 1150 は、ユーザが入力フォームに入力した情報を、マップ情報生成部 1130 及び設定情報生成部 1160 の少なくとも一方に出力してよい。

[0241] 本実施形態において、設定情報生成部 1160 は、振動パターンと、芝刈機 210 の動作に関する設定とが対応付けられた設定情報を生成する。設定情報生成部 1160 は、入出力制御部 1150 が取得したユーザからの入力を示す情報に基づいて、上記の設定情報を生成してよい。

[0242] 例えば、ユーザは、(i) ユーザ端末 22 の表示部に表示された設定画面を参照して、(ii) 当該設定画面に配された入力フォームに、特定の地点又は領域における芝刈機 210 の動作を入力する。より具体的には、まず、ユーザは、ユーザ端末 22 を操作して、設定画面を表示させる。設定画面には、振動が検出された地点又は領域の位置を示すマップ情報が表示されている。次に、ユーザは、ユーザ端末 22 を操作して、振動が検出された地点又は領域のうちの 1 つを選択する。

[0243] 次に、ユーザは、ユーザ端末 22 を操作して、選択された地点又は領域における、芝刈機 210 の動作を指定する。入出力制御部 1150 は、ユーザがユーザ端末 22 に入力した情報を取得する。設定情報生成部 1160 は、入出力制御部 1150 から、ユーザが指定した地点又は領域を示す情報と、当該地点又は領域における芝刈機 210 の動作を示す情報とを取得する。

[0244] 一方、上述のとおり、設定情報生成部 1160 は、振動データ取得部 1124 から、振動が検出された位置及び時刻の少なくとも一方を示す情報と、当該振動の振動パターンを示す情報とが対応付けられた情報を取得する。設定情報生成部 1160 は、振動データ取得部 1124 から取得された情報と、入出力制御部 1150 から取得された情報とをマッチングして、振動データ取得部 1124 から取得された情報に含まれる振動パターンを示す情報と、入出力制御部 1150 から取得された情報に含まれる芝刈機 210 の動作

を示す情報とを対応付ける。これにより、設定情報604が生成される。

[0245] なお、設定情報生成部1160が、振動データ取得部1124から、振動が検出された時刻を示す情報と、当該振動の振動パターンを示す情報とが対応付けられた情報を取得した場合、設定情報生成部1160は、位置データ取得部1122から、時刻を示す情報と、当該時刻における芝刈機210の推定位置を示す情報とを取得する。設定情報生成部1160は、位置データ取得部1122から取得された情報と、振動データ取得部1124から取得された情報とに基づいて、振動が検出された位置を示す情報と、当該振動の振動パターンを示す情報とが対応付けられた情報を生成してよい。設定情報生成部1160は、振動が検出された位置を示す情報と、当該振動の振動パターンを示す情報とが対応付けられた情報を利用して、設定情報604を生成してよい。

[0246] 図12は、設定画面1200の一例を概略的に示す。本実施形態において、設定画面1200は、マップ表示部1220と、画像表示部1232と、再生制御部1234と、メッセージ表示部1236と、設定入力部1240とを含む。

[0247] マップ表示部1220は、作業領域202のマップ情報の少なくとも一部を表示する。マップ表示部1220は、作業領域202の一部に関するマップ情報を表示してよい。マップ表示部1220は、ユーザの指示に従って、マップ表示部1220に表示される領域を変更してよい。マップ表示部1220は、作業領域202に関する情報の一部を表示してよい。

[0248] マップ情報は、例えば、マップ情報生成部1130により生成される。マップ情報は、作業領域202の内部又は境界206上の地点又は領域であって、振動が検出された1又は複数の地点又は領域の位置を示してよい。マップ情報は、作業領域202の内部又は境界206上の地点又は領域であって、振動が検出されていない1又は複数の地点又は領域の位置を示してもよい。

[0249] マップ表示部1220は、マップ表示部1220に表示されている地点又

は領域に対するユーザの指示を受け付けてよい。マップ表示部1220に入力された情報は、入出力制御部1150に送信されてよい。例えば、ユーザは、ユーザ端末22を操作して、設定画面1200上でポインタ1202を移動させ、任意の地点又は領域を選択する。マップ表示部1220は、ユーザによる選択指示を受け付ける。これにより、ユーザは、例えば、ユーザにより選択された地点又は領域に対する任意の操作又は処理を実行することができるようになる。

[0250] 本実施形態において、画像表示部1232は、ユーザが選択した地点又は領域において撮像された画像を表示する。上記の画像は、振動が検出された時点を含み、予め定められた長さを有する期間に、撮像ユニット364が撮像した画像であってよい。画像表示部1232は、ユーザにより選択された地点又は領域の周辺の画像であってよい。これにより、ユーザは、例えば、任意の地点又は領域の周辺の画像であって、振動が検出された時点の前後10秒間の画像を閲覧することができる。上記の画像は動画像であってもよく、静止画像であってもよい。これにより、ユーザは、上記の画像を閲覧しながら、当該地点又は領域における芝刈機210の動作を決定することができる。

[0251] 本実施形態において、再生制御部1234は、ユーザから、画像表示部1232に表示される画像の再生処理を制御するための指示を受け付ける。再生処理の制御方法としては、再生の開始、停止、一時停止、再生の再開、早送り、巻き戻し、視点の変更などが例示される。例えば、芝刈機210の正面の画像が表示されている時に、ユーザが、視点を変更するためのアイコンを操作すると、ユーザの操作に応じて、芝刈機210の左前方の画像が表示されたり、芝刈機210の右前方の画像が表示されたり、芝刈機210の正面上方の画像が表示されたり、芝刈機210の正面下方の画像が表示されたりする。

[0252] 本実施形態において、メッセージ表示部1236は、画像表示部1232に表示される画像に関するメッセージを表示する。メッセージ表示部123

6は、画像表示部1232に表示される画像の再生位置に応じたメッセージを表示してよい。上記のメッセージの内容を示す情報は、動画像のフレームの識別情報に対応付けて格納部460に格納されていてもよい。

[0253] 本実施形態において、設定入力部1240は、ユーザから、芝刈機210の動作に関する設定を示す情報の入力を受け付ける。設定入力部1240には、例えば、ユーザにより選択された地点又は領域における、芝刈機210の動作に関する設定が入力される。設定入力部1240に入力された情報は、入出力制御部1150に送信されてよい。

[0254] 以上、本発明を実施の形態を用いて説明したが、本発明の技術的範囲は上記実施の形態に記載の範囲には限定されない。上記実施の形態に、多様な変更または改良を加えることが可能であることが当業者に明らかである。また、技術的に矛盾しない範囲において、特定の実施形態について説明した事項を、他の実施形態に適用することができる。例えば、図1の実施形態について説明した事項を、他の図面に関連して説明される他の実施形態に適用することができる。その様な変更または改良を加えた形態もまた、本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、請求の範囲の記載から明らかである。

[0255] 請求の範囲、明細書、および図面中において示した装置、システム、プログラム、および方法における動作、手順、ステップ、および段階等の各処理の実行順序は、特段「より前に」、「先立って」等と明示しておらず、また、前の処理の出力を後の処理で用いるのでない限り、任意の順序で実現しうることに留意すべきである。請求の範囲、明細書、および図面中の動作フローに関して、便宜上「まず、」、「次に、」等を用いて説明したとしても、この順で実施することが必須であることを意味するものではない。

符号の説明

[0256] 10 植物、12 芝、18 境界識別部材、20 通信ネットワーク、22 ユーザ端末、102 作業領域、104 非作業領域、106 境界、150 作業機、160 振動検出部、180 制御装置、182 振動情報取得部、184 境界検出部、186 制御部、200 管理システム

、 202 作業領域、 204 サブエリア、 206 境界、 208 タイル
、 210 芝刈機、 230 管理サーバ、 302 筐体、 311 車軸、 3
12 前輪、 313 懸架装置、 314 後輪、 316 走行用モータ、 3
17 車軸、 318 懸架装置、 320 作業ユニット、 322 ブレード
ディスク、 324 カッターブレード、 326 作業用モータ、 328 シ
ャフト、 330 位置調整部、 340 バッテリユニット、 350 ユーザ
インタフェース、 364 撮像ユニット、 366 振動センサ、 367 振
動センサ、 370 センサユニット、 380 制御ユニット、 410 通信
制御部、 420 走行制御部、 430 作業ユニット制御部、 440 入出
力制御部、 450 制御パラメータ決定部、 460 格納部、 510 変更
判定部、 520 パラメータ決定部、 522 進行方向決定部、 524 進
行速度決定部、 526 走行モード決定部、 528 作業モード決定部、 6
02 設定情報、 604 設定情報、 610 振動パターン抽出部、 620
変動検出部、 630 設定抽出部、 640 判定結果生成部、 700 敷
地、 702 作業領域、 706 境界、 710 通路、 712 タイル、 7
14 タイル、 716 境界、 722 作業領域、 726 境界、 966
振動波形、 967 振動波形、 1010 通信制御部、 1020 要求処理
部、 1030 マップ管理部、 1040 機器管理部、 1050 生育状態
管理部、 1060 作業計画管理部、 1122 位置データ取得部、 112
4 振動データ取得部、 1126 画像データ取得部、 1130 マップ情
報生成部、 1140 設定画面生成部、 1150 入出力制御部、 1160
設定情報生成部、 1200 設定画面、 1202 ポインタ、 1220
マップ表示部、 1232 画像表示部、 1234 再生制御部、 1236
メッセージ表示部、 1240 設定入力部

請求の範囲

- [請求項1] 自律走行機能を有する作業機を制御する制御装置であって、
前記作業機に搭載された振動検出部から、前記振動検出部が検出した振動に関する振動情報を取得する振動情報取得部と、
前記振動情報取得部が取得した前記振動情報に基づいて、前記作業機の進行方向、進行速度、走行モード及び作業モードの少なくとも1つを制御する制御部と、
を備える、制御装置。
- [請求項2] 前記制御部は、（i）前記振動情報取得部が取得した前記振動情報により示される振動パターンが、前記作業機の作業領域に特徴的な振動パターンから、前記作業機の非作業領域に特徴的な振動パターンに変化した場合、（ii）前記作業機の作業領域に特徴的な振動パターンが消滅した場合、又は、（iii）前記振動情報取得部が取得した前記振動情報により示される振動パターンが、前記非作業領域に特徴的な振動パターンから、前記作業領域に特徴的な振動パターンに変化した場合に、前記作業機の進行方向、進行速度、走行モード及び作業モードの少なくとも1つを変更するための命令を出力する命令出力部を有する、
請求項1に記載の制御装置。
- [請求項3] 前記制御部は、
予め定められた1以上の振動パターンのそれぞれと、前記作業機の動作とが対応付けられた情報を参照して、前記予め定められた1以上の振動パターンのうち、前記振動情報取得部が取得した前記振動情報により示される振動パターンに合致する振動パターンに対応付けられた、前記作業機の動作を抽出する抽出部と、
前記抽出部が抽出した前記作業機の動作の内容に基づいて、前記作業機の進行方向、進行速度、走行モード及び作業モードの少なくとも1つを制御するための命令を出力する命令出力部と、

を有する、

請求項 1 に記載の制御装置。

[請求項4]

前記振動情報取得部が取得した前記振動情報に基づいて、前記作業機の作業領域及び非作業領域の境界を検出する境界検出部をさらに備え、

前記制御部は、前記境界検出部が前記境界を検出した場合に、前記作業機の進行方向、進行速度、走行モード及び作業モードの少なくとも一つを変更するための命令を出力する命令出力部を有する、

請求項 1 に記載の制御装置。

[請求項5]

自律走行機能を有する作業機を制御する制御装置であって、

前記作業機に搭載された振動検出部から、前記振動検出部が検出した振動に関する振動情報を取得する振動情報取得部と、

前記振動情報取得部が取得した前記振動情報に基づいて、前記作業機の作業領域及び非作業領域の境界を検出する境界検出部と、

を備える、制御装置。

[請求項6]

前記境界検出部は、(i) 前記振動情報取得部が取得した前記振動情報により示される振動パターンが、前記作業領域に特徴的な振動パターンから、前記非作業領域に特徴的な振動パターンに変化した場合、(ii) 前記作業機の作業領域に特徴的な振動パターンが消滅した場合、又は、(iii) 前記振動情報取得部が取得した前記振動情報により示される振動パターンが、前記非作業領域に特徴的な振動パターンから、前記作業領域に特徴的な振動パターンに変化した場合に、前記作業領域及び前記非作業領域の境界を検出する、

請求項 4 又は請求項 5 に記載の制御装置。

[請求項7]

前記境界検出部は、(i) 前記振動情報取得部が取得した前記振動情報により示される振動パターンが、前記作業領域に特徴的な振動パターンから、前記非作業領域に特徴的な振動パターンに変化した場合、又は、(ii) 前記作業機の作業領域に特徴的な振動パターンが消

滅した場合に、前記振動情報取得部が取得した前記振動情報に基づいて、進行を継続してよいか否かを判定する、

請求項 6 に記載の制御装置。

[請求項 8] 前記境界検出部の検出結果及び判定結果の少なくとも一方に基づいて、前記作業機の進行方向、進行速度、走行モード及び作業モードの少なくとも 1 つを変更することを決定する変更決定部をさらに備える、

請求項 7 に記載の制御装置。

[請求項 9] 前記変更決定部は、前記境界検出部が前記進行を継続してよいと判定した場合、前記作業機が前記境界に対して略垂直な方向に進行するように、前記進行方向を変更することを決定する、

請求項 8 に記載の制御装置。

[請求項 10] 前記変更決定部は、前記境界検出部が前記進行を継続すべきでないと判定した場合、前記作業機が前記作業領域の内部に向かって進行するように、前記進行方向を変更することを決定する、

請求項 8 又は請求項 9 に記載の制御装置。

[請求項 11] 前記作業機の前記振動検出部は、前記作業機の異なる位置に配された第 1 振動検出部及び第 2 振動検出部を含み、

前記振動情報取得部は、前記第 1 振動検出部が検出した振動に関する第 1 振動情報、及び、前記第 2 振動検出部が検出した振動に関する第 2 振動情報を取得し、

前記境界検出部は、前記第 1 振動情報及び前記第 2 振動情報に基づいて、前記境界に対する前記作業機の進入角度を推定する、

請求項 4 から請求項 10 までの何れか一項に記載の制御装置。

[請求項 12] (i) 前記作業機の周辺の画像の画像データ、並びに、(i i) 前記振動が検出された位置、及び、前記画像が撮像された位置を対応づけるための情報を含む周辺情報を取得する周辺情報取得部と、

(i) 前記周辺情報取得部が取得した前記周辺情報に基づいて、前

記振動が検出された位置と、当該位置における前記画像とが対応付けられた画面を、ユーザに提示し、(i i) ユーザから、前記画像データが撮像された位置における前記作業機の動作に関する指示を受け付ける指示受付部と、

前記指示受付部が受け付けた前記指示により示される前記作業機の動作と、前記振動情報取得部が取得した前記振動情報により示される振動パターンとが対応付けられた制御情報を生成する制御情報生成部と、

をさらに備える、

請求項 1 から請求項 1 1 までの何れか一項に記載の制御装置。

[請求項13] コンピュータを、請求項 1 から請求項 1 2 までの何れか一項に記載の制御装置として機能させるためのプログラム。

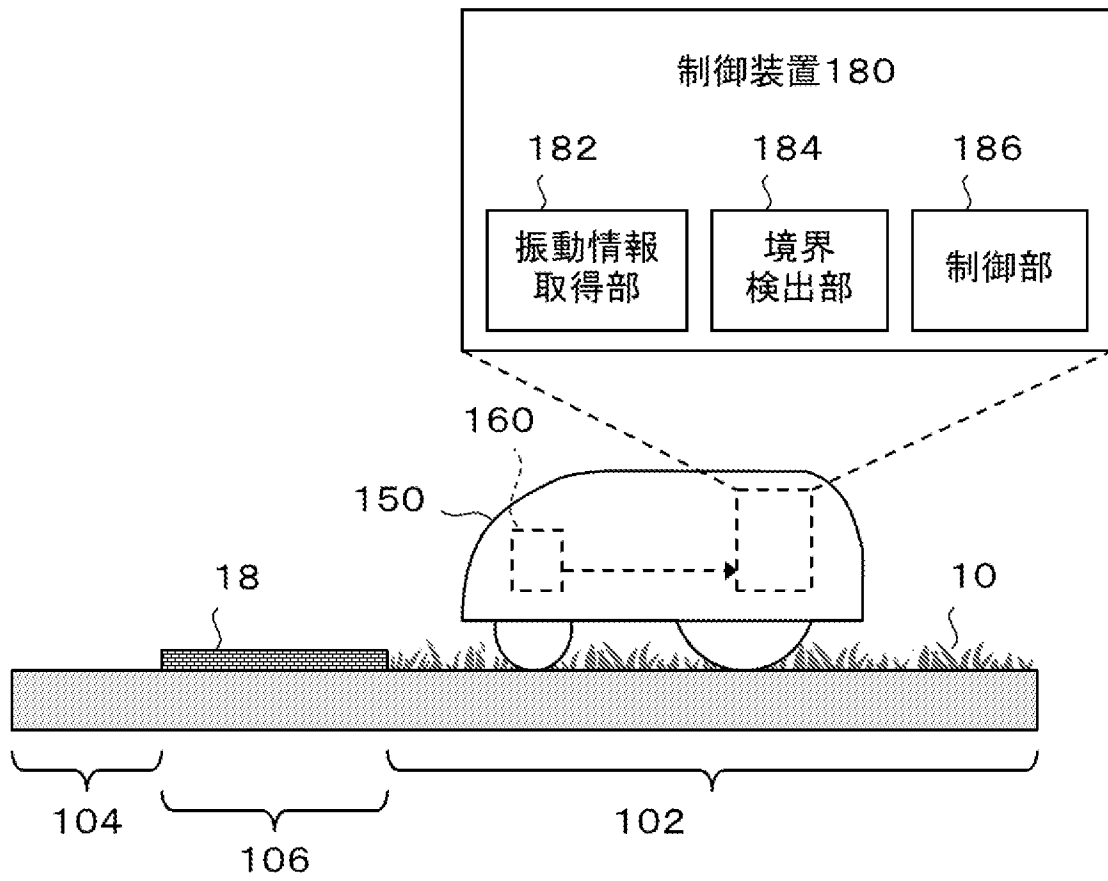
[請求項14] 請求項 1 から請求項 1 1 までの何れか一項に記載の制御装置と、前記振動検出部と、

を備える、自律走行式の作業機。

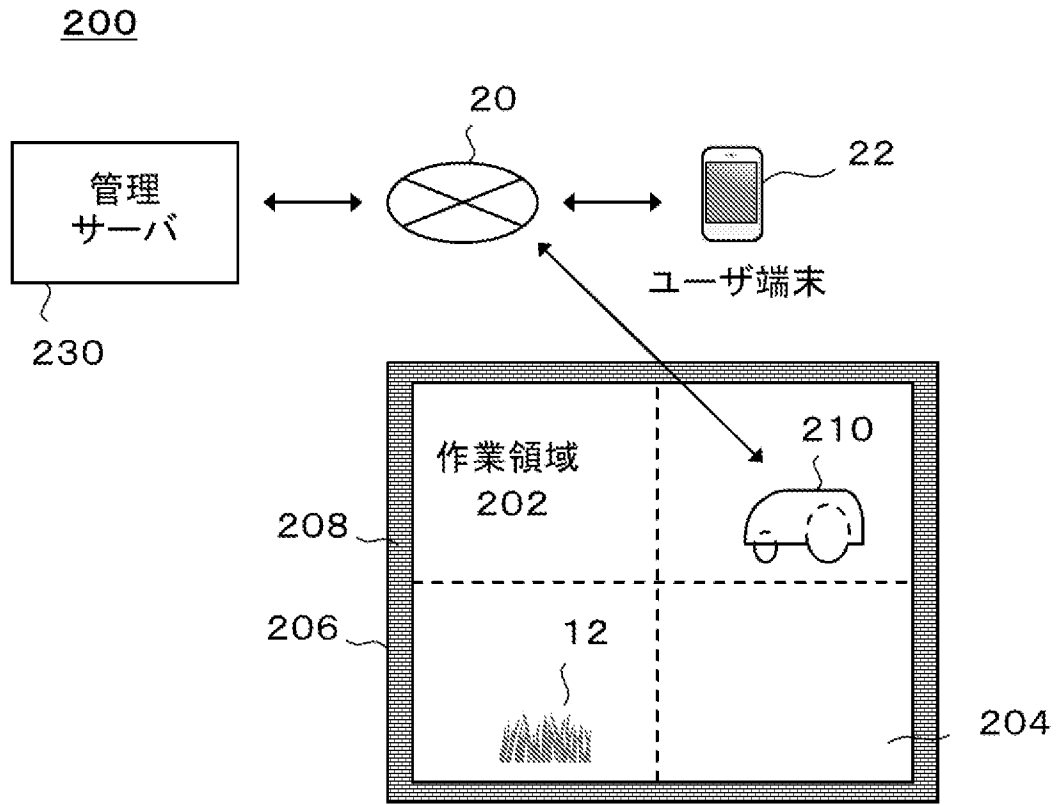
[請求項15] 前記振動検出部は、前記作業機の (i) 車体、(i i) 車輪又は無限軌道、(i i i) 車軸、及び、(i v) 懸架装置の少なくとも一つに配される、

請求項 1 4 に記載の作業機。

[図1]

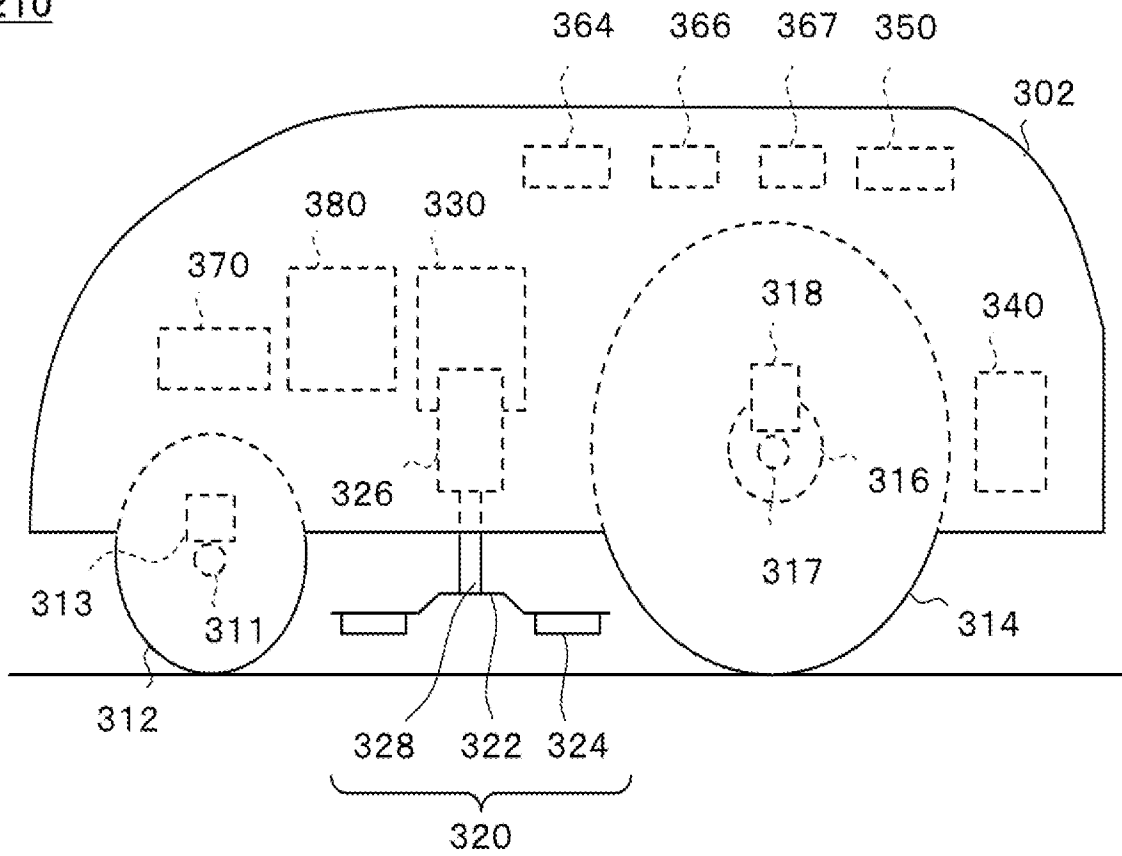


[図2]

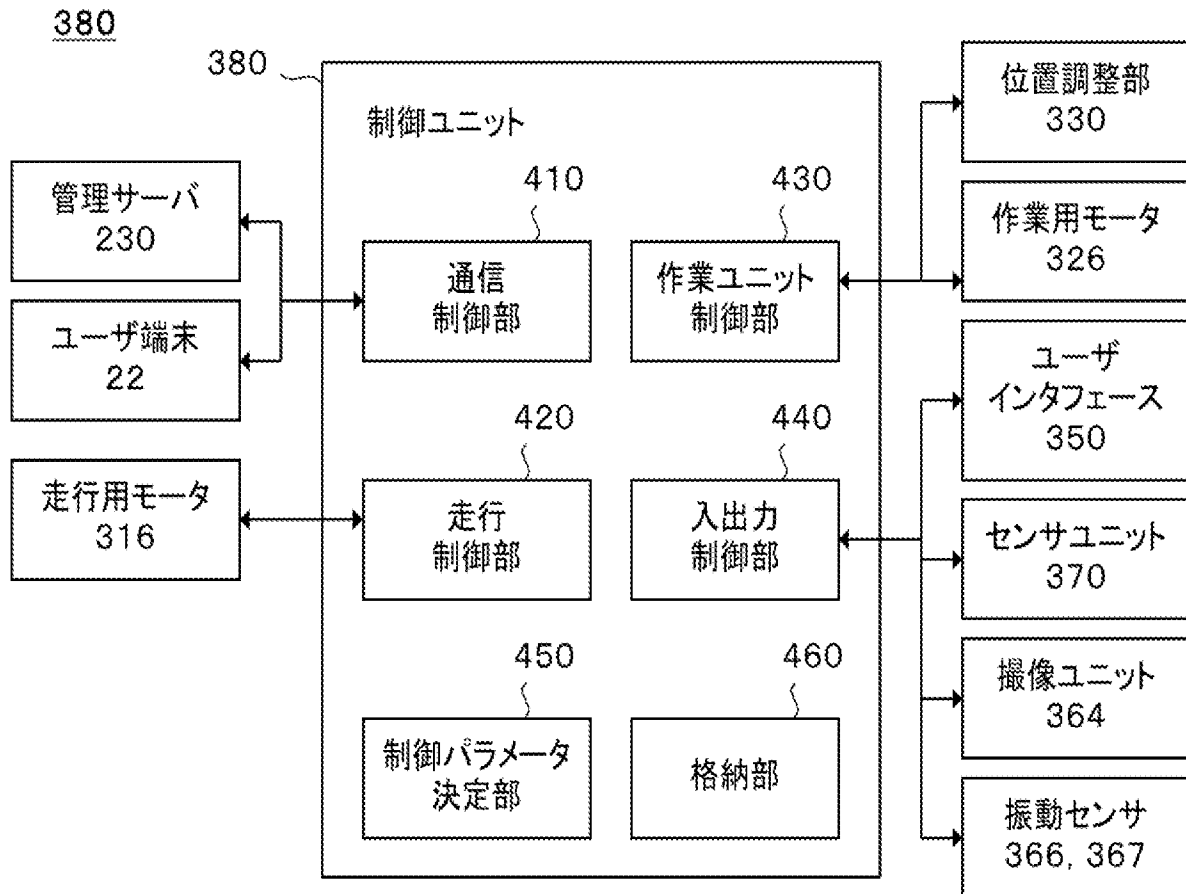


[図3]

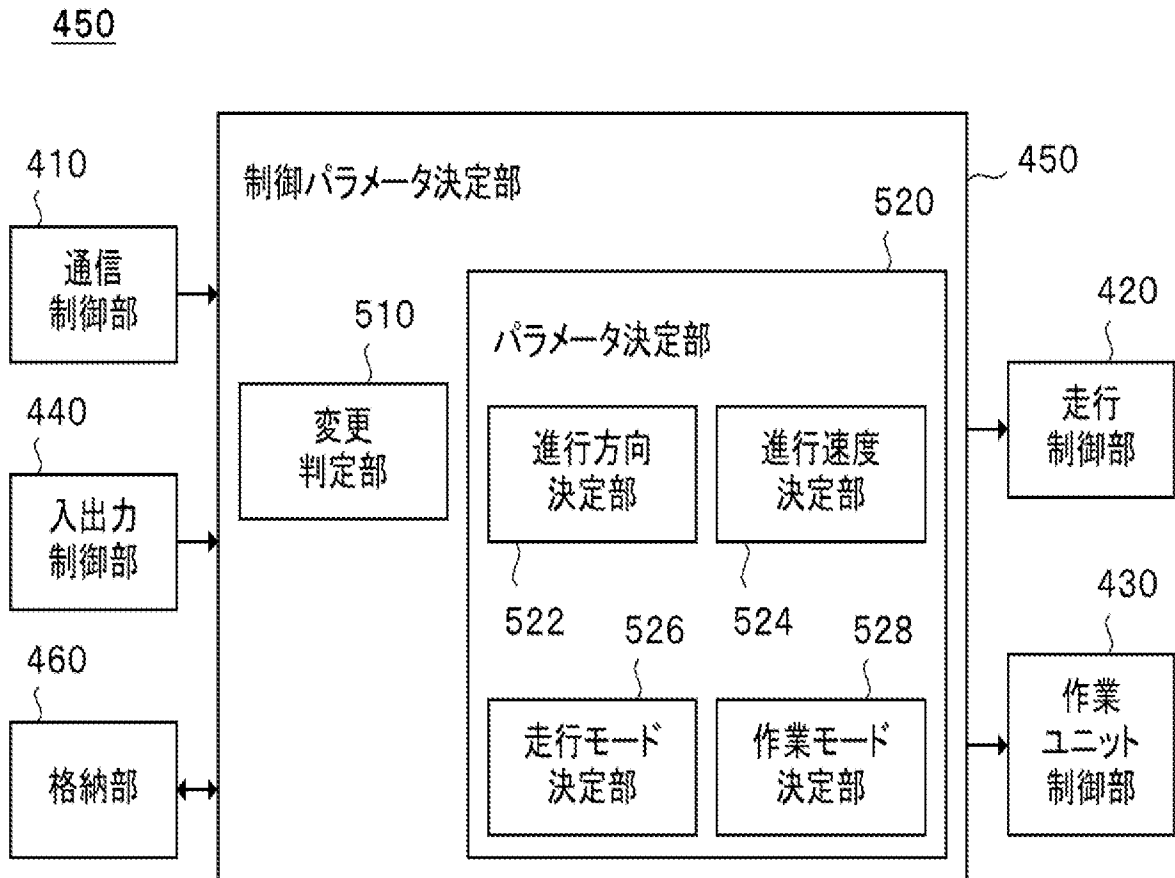
210



[図4]

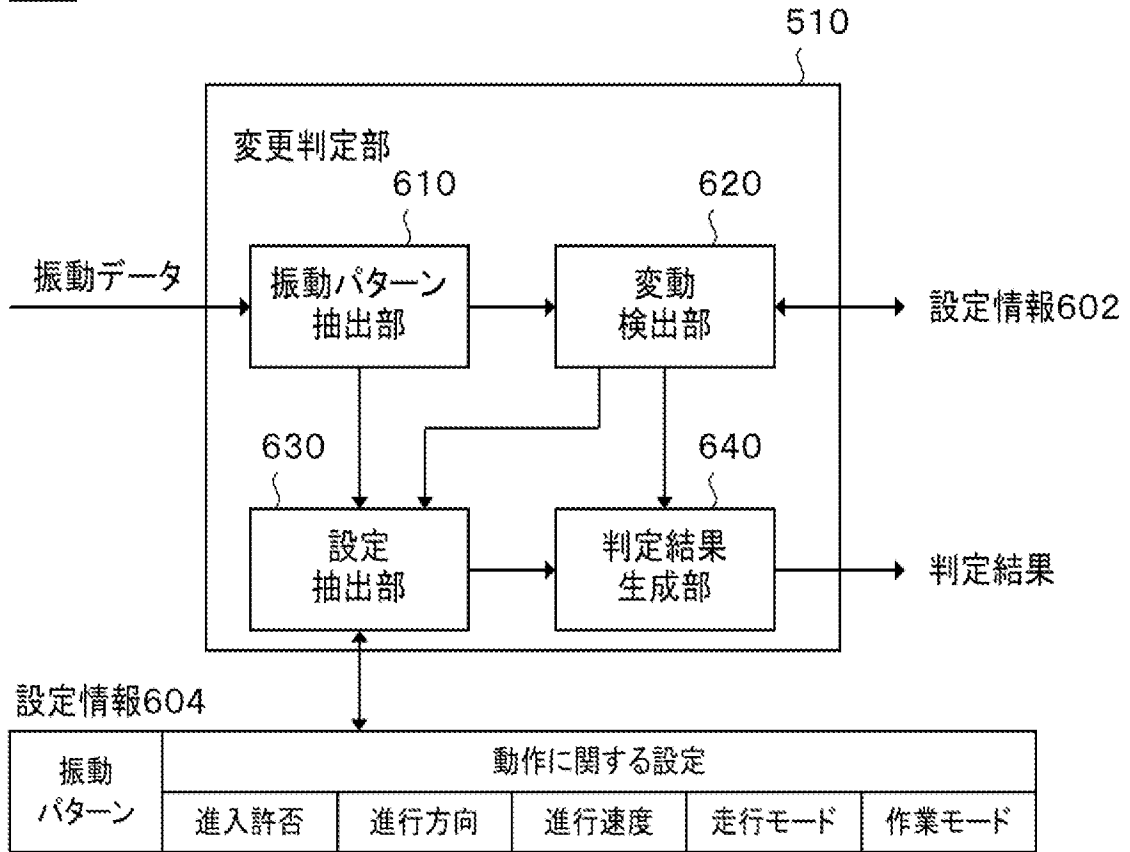


[図5]

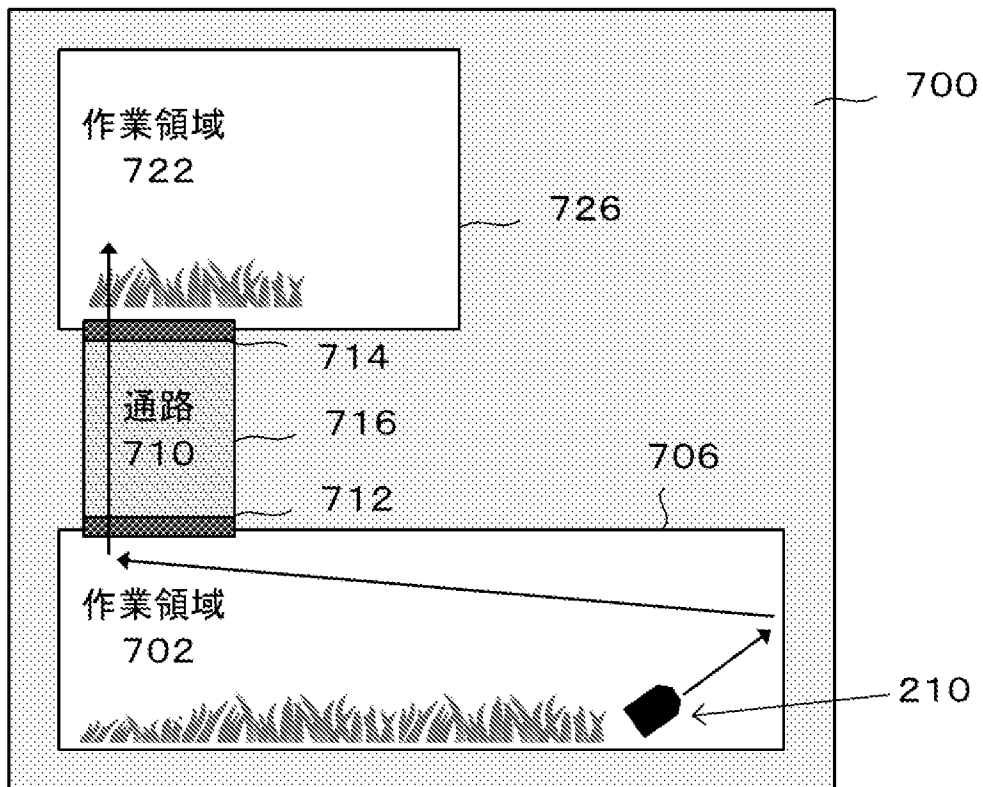


[図6]

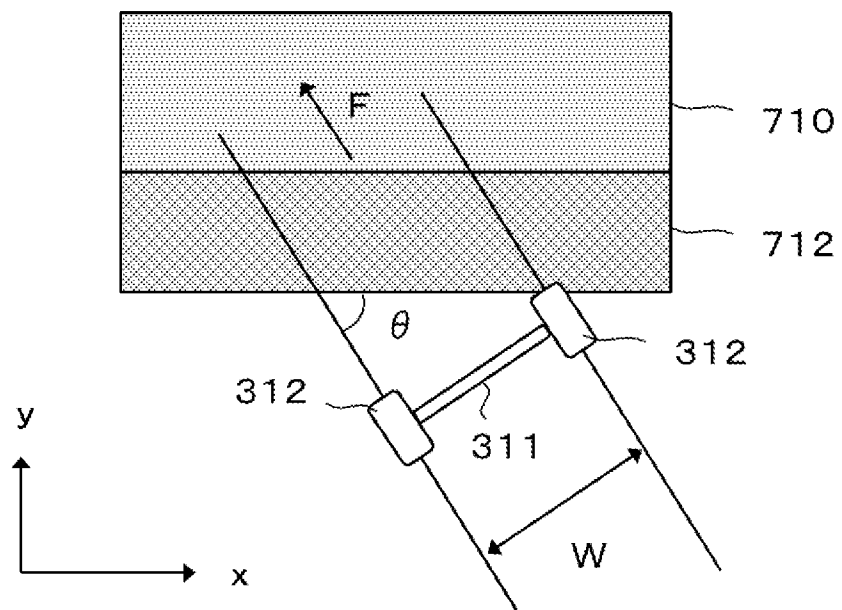
510



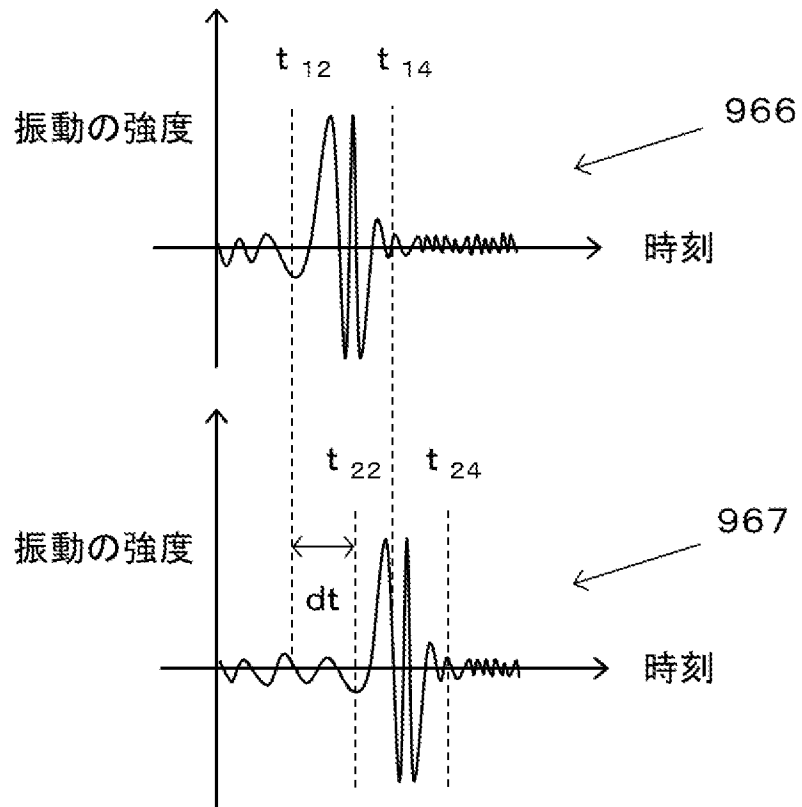
[図7]



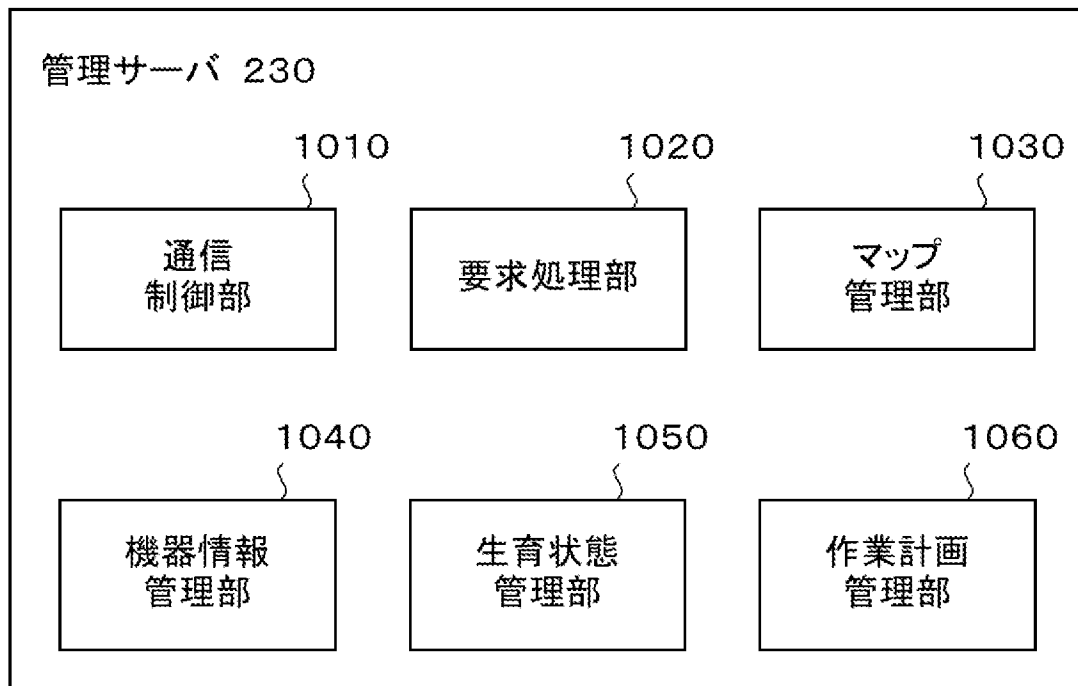
[図8]



[図9]



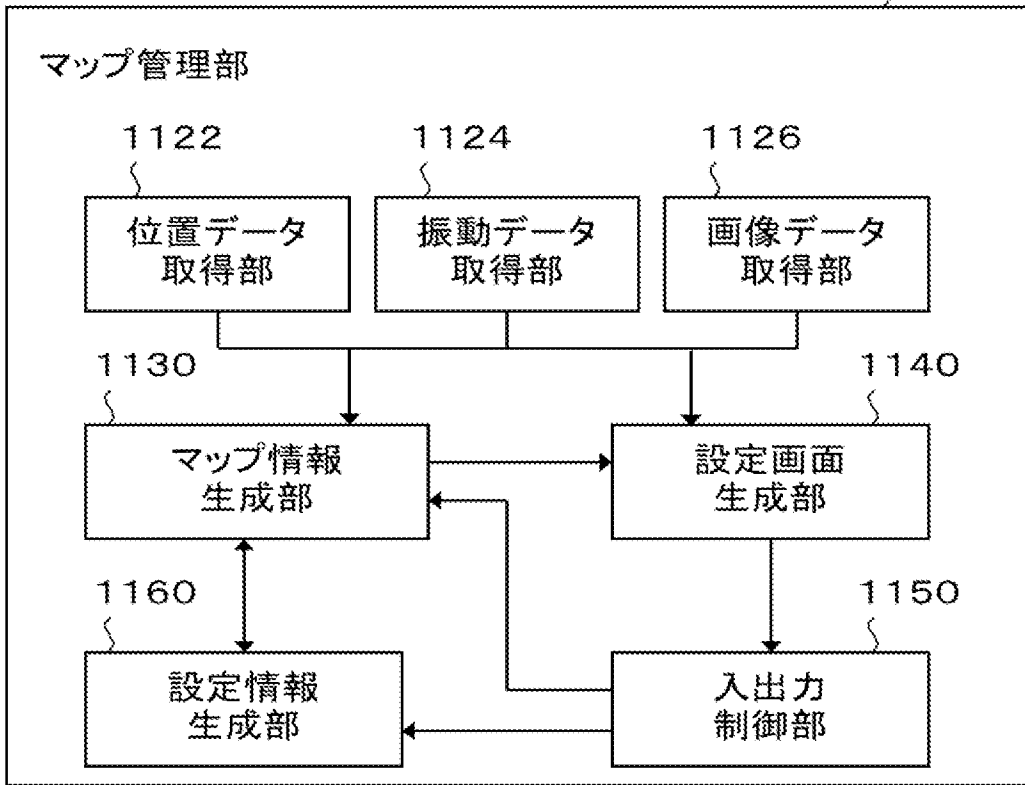
[図10]

230

[図11]

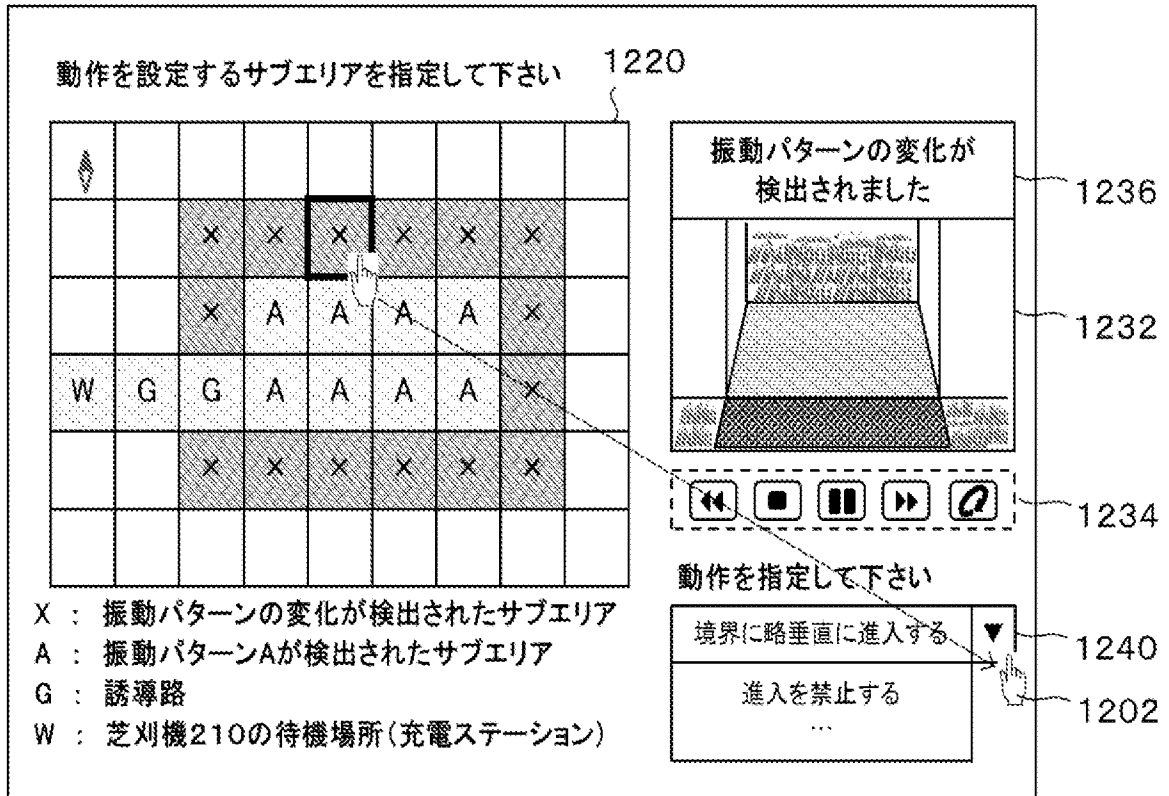
1030

1030



[図12]

1200



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/007655

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. A01D34/64 (2006.01) i, A01B69/00 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl. A01B69/00-69/08, A01D3400-34/01, A01D34/412-34/90, A01D42/00-42/08, A01D43/06-43/077, G05D1/00-1/12, G05D3/00-3/20

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2018
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	WO 2016/140236 A1 (MAKITA CORP.) 09 September 2016, paragraphs [0020]-[0040], fig. 2 & JP 2016-158594 A	1, 13-15 2-8 9-12
Y A	JP 8-99549 A (ISEKI & CO., LTD.) 16 April 1996, paragraphs [0019]-[0022] (Family: none)	2, 4-8 1, 3, 9-15
Y A	JP 2014-33523 A (KOKUSAN DENKI CO., LTD.) 20 February 2014, paragraphs [0024]-[0032], fig. 4-7 (Family: none)	3 1, 2, 4-15
A	JP 2012-105557 A (ORIGINAL SOFT KK) 07 June 2012, paragraphs [0012], [0018], [0019] (Family: none)	12

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
07.05.2018

Date of mailing of the international search report
22.05.2018

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/007655

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2017-168055 A (HONDA MOTOR CO., LTD.) 21 September 2017, paragraphs [0016]-[0102], fig. 1-14 & US 2017/0269603 A1, paragraphs [0027]-[0113], fig. 1-14 & EP 3223102 A1 & CN 107203206 A	12
A	JP 2018-25880 A (SHARP CORP.) 15 February 2018, entire text, all drawings (Family: none)	1-15
A	US 2015/0271991 A1 (IROBOT CORPORATION) 01 October 2015, entire text, all drawings & US 2017/0094897 A1 & WO 2015/153109 A1 & EP 3126921 A1 & AU 2015241429 A & CN 106462161 A	1-15

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. A01D34/64(2006.01)i, A01B69/00(2006.01)i		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. A01B69/00-69/08, A01D3400-34/01, A01D34/412-34/90, A01D42/00-42/08, A01D43/06-43/077, G05D1/00-1/12, G05D3/00-3/20		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2018年 日本国実用新案登録公報 1996-2018年 日本国登録実用新案公報 1994-2018年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y A	WO 2016/140236 A1（株式会社マキタ） 2016.09.09, 段落[0020]-[0040], 図2 & JP 2016-158594 A	1, 13-15 2-8 9-12
Y A	JP 8-99549 A（井関農機株式会社） 1996.04.16, 段落[0019]-[0022] （ファミリーなし）	2, 4-8 1, 3, 9-15
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願		
の日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 07.05.2018	国際調査報告の発送日 22.05.2018	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官（権限のある職員） 小島 洋志 電話番号 03-3581-1101 内線 3237	2 B 6093

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2014-33523 A (国産電機株式会社) 2014.02.20, 段落[0024]-[0032], 図 4-7 (ファミリーなし)	3 1, 2, 4-15
A	JP 2012-105557 A (株式会社オリジナルソフト) 2012.06.07, 段落[0012], [0018], [0019] (ファミリーなし)	12
A	JP 2017-168055 A (本田技研工業株式会社) 2017.09.21, 段落[0016]-[0102], 図 1-14 & US 2017/0269603 A1, 段落[0027]-[0113], 図 1-14 & EP 3223102 A1 & CN 107203206 A	12
A	JP 2018-25880 A (シャープ株式会社) 2018.02.15, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-15
A	US 2015/0271991 A1 (IROBOT CORPORATION) 2015.10.01, 全文, 全図 & US 2017/0094897 A1 & WO 2015/153109 A1 & EP 3126921 A1 & AU 2015241429 A & CN 106462161 A	1-15