

(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2010-9371

(P2010-9371A)

(43) 公開日 平成22年1月14日(2010.1.14)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G05D 1/02 (2006.01)	G05D 1/02 S	3C007
B25J 5/00 (2006.01)	B25J 5/00 E	5H301
B25J 13/08 (2006.01)	B25J 13/08 Z	
B25J 19/02 (2006.01)	B25J 19/02	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2008-168861 (P2008-168861)	(71) 出願人	000156938
(22) 出願日	平成20年6月27日 (2008. 6. 27)		関西電力株式会社
			大阪府大阪市北区中之島三丁目6番16号
		(74) 代理人	100064746
			弁理士 深見 久郎
		(74) 代理人	100085132
			弁理士 森田 俊雄
		(74) 代理人	100083703
			弁理士 仲村 義平
		(74) 代理人	100096781
			弁理士 堀井 豊
		(74) 代理人	100098316
			弁理士 野田 久登
		(74) 代理人	100109162
			弁理士 酒井 将行

最終頁に続く

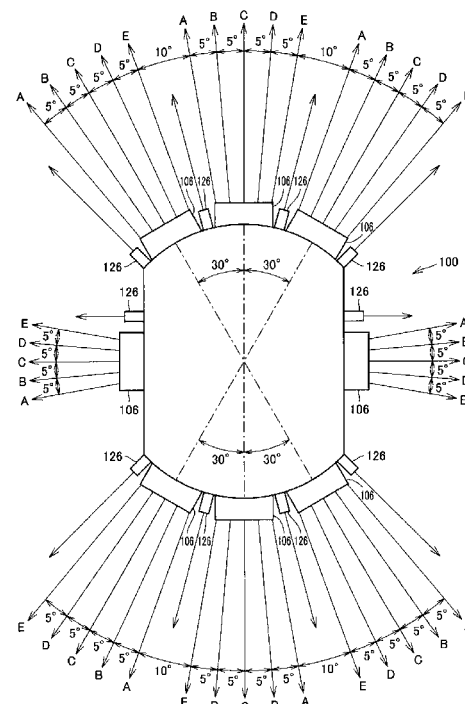
(54) 【発明の名称】 移動ロボットおよび移動ロボット制御システム

(57) 【要約】

【課題】 高価なセンサを用いることなく、移動ロボットの周囲に存在する障害物をより効率的に検知することができる移動ロボットおよび移動ロボット制御システムを提供することである。

【解決手段】 移動ロボット100は、移動ロボットを移動させる移動機構と、複数の第1の距離取得手段106とを含む。複数の第1の距離取得手段106の各々は、複数の測定方向に位置する障害物までの測定距離を取得する。複数の第1の距離取得手段106は、所定時間毎に同期して測定方向を切り替える。移動ロボットは、第1の距離取得手段の間に第1の距離取得手段の測定可能レンジよりも短い第2の距離取得手段126を含む。

【選択図】 図5



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

移動ロボットであって、
前記移動ロボットを移動させる移動機構と、
複数の第 1 の距離取得手段とを含み、
前記複数の第 1 の距離取得手段の各々は、複数の測定方向に位置する障害物までの測定距離を取得し、
前記複数の第 1 の距離取得手段は、所定時間毎に同期して前記測定方向を切り替える、
移動ロボット。

【請求項 2】

前記複数の第 1 の距離取得手段は、前記移動ロボットの側面に配置され、
前記複数の第 1 の距離取得手段の各々は、
複数の方向に向けて赤外線を発するエミッタと、
前記赤外線の反射光を受光するディテクタとを含み、
前記エミッタは、前記所定時間毎に赤外線を発する方向を切り替える、請求項 1 に記載の移動ロボット。

【請求項 3】

前記移動ロボットの側面に配置される複数の第 2 の距離取得手段をさらに含み、
前記第 2 の距離取得手段は、
前記第 1 の距離取得手段の間に配置され、
前記移動ロボット近傍の障害物までの測定距離を取得し、
前記第 2 の距離取得手段の測定可能レンジは、前記第 1 の距離取得手段の測定可能レンジよりも短い、請求項 1 または 2 に記載の移動ロボット。

【請求項 4】

前記移動ロボットは、前記複数の第 1 の距離取得手段として、
前記移動ロボットの前面に配置される 3 個の前記第 1 の距離取得手段と、
前記移動ロボットの右面に配置される 1 個の前記第 1 の距離取得手段と、
前記移動ロボットの左面に配置される 1 個の前記第 1 の距離取得手段と、
前記移動ロボットの背面に配置される 3 個の前記第 1 の距離取得手段とを含む、請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の移動ロボット。

【請求項 5】

請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の移動ロボットを制御するための移動ロボット制御システムであって、
サーバ装置を備え、
前記移動ロボットは、前記第 1 および第 2 の距離取得手段のそれぞれによって取得された測定距離を前記サーバ装置へと送信する第 1 の送信手段をさらに含み、
前記サーバ装置は、
前記測定距離のそれぞれが所定の距離未満であるか否かを判断する判断手段と、
前記測定距離のいずれかが前記所定の距離未満である場合に、前記移動ロボットに所定の動作命令を送信する第 2 の送信手段とを含み、
前記移動ロボットは、前記所定の動作命令に基づいて所定の動作を実行する、移動ロボット制御システム。

【請求項 6】

前記所定の動作命令は、前記移動ロボットの移動を停止する旨の命令である、請求項 5 に記載の移動ロボット制御システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、周囲に存在する障害物を検知することができる移動ロボットおよび移動ロボット制御システムに関し、特に、安価なセンサを用いて周囲の障害物を検知することが

10

20

30

40

50

できる移動ロボットおよび移動ロボット制御システムに関する。

【背景技術】

【0002】

移動ロボットがロバストに自律移動を行うためには、逐次、移動ロボットもしくは移動ロボットの制御装置が周囲の移動環境を把握しておく必要がある。近年では、移動ロボットが移動環境を把握するための手法として、赤外線ビームを機械的に回転させて物体までの距離を連続的に測定する測域センサ（スキャナ型レンジセンサ）などを利用することによって、移動ロボットの周囲に存在する障害物を検知する構成が知られている。

【0003】

たとえば、特開2005-221333号公報（特許文献1）には、床と平行移動するロボット類に搭載されるAM変調方式の2Dレンジセンサが開示されている。特開2005-221333号公報（特許文献1）によると、レンジセンサは、床と非平行な所定の傾斜角度で投射光をスキャニングする光学系と、回転ミラーの回転速度を可変に制御する回転制御回路を備え、複数の同種レンジセンサにおける回転ミラーの回転速度、スキャニング時間を相違させることで、1スキャン時に1回相互干渉が発生しても、2回目以降のスキャニング時での発生を抑制して、事実上に相互干渉による誤動作を防止する。

【特許文献1】特開2005-221333号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、上記のような測域センサ（スキャナ型レンジセンサ）は、他のセンサ、たとえば赤外線を利用した測距センサなどと比較して価格が高い。また、測域センサは、他のセンサと比較して重量も大きい。そのため、測域センサを、小型の移動ロボットなどに搭載することは困難である。

【0005】

この発明は、かかる問題を解決するためになされたものであり、その目的は、高価なセンサを用いることなく、移動ロボットの周囲に存在する障害物をより効率的に検知することができる移動ロボットおよび移動ロボット制御システムを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

この発明のある局面に従うと、移動ロボットが提供される。移動ロボットは、移動ロボットを移動させる移動機構と、複数の第1の距離取得手段とを含む。複数の第1の距離取得手段の各々は、複数の測定方向に位置する障害物までの測定距離を取得する。複数の第1の距離取得手段は、所定時間毎に同期して測定方向を切り替える。

【0007】

好ましくは、複数の第1の距離取得手段は、移動ロボットの側面に配置される。複数の第1の距離取得手段の各々は、複数の方向に向けて赤外線を発するエミッタと、赤外線の反射光を受光するディテクタとを含む。エミッタは、所定時間毎に赤外線を発する方向を切り替える。

【0008】

好ましくは、移動ロボットは、移動ロボットの側面に配置される複数の第2の距離取得手段をさらに含む。第2の距離取得手段は、第1の距離取得手段の間に配置され、移動ロボット近傍の障害物までの測定距離を取得する。第2の距離取得手段の測定可能レンジは、第1の距離取得手段の測定可能レンジよりも短い。

【0009】

好ましくは、移動ロボットは、複数の第1の距離取得手段として、移動ロボットの前面に配置される3個の第1の距離取得手段と、移動ロボットの右面に配置される1個の第1の距離取得手段と、移動ロボットの左面に配置される1個の第1の距離取得手段と、移動ロボットの背面に配置される3個の第1の距離取得手段とを含む。

【0010】

この発明の別の局面に従うと、上記の移動ロボットを制御するための移動ロボット制御システムが提供される。移動ロボット制御システムは、サーバ装置を備える。移動ロボットは、第1および第2の距離取得手段のそれぞれによって取得された測定距離をサーバ装置へと送信する第1の送信手段をさらに含む。サーバ装置は、測定距離のそれぞれが所定の距離未満であるか否かを判断する判断手段と、測定距離のいずれかが所定の距離未満である場合に、移動ロボットに所定の動作命令を送信する第2の送信手段とを含む。移動ロボットは、所定の動作命令に基づいて所定の動作を実行する。

【0011】

好ましくは、所定の動作命令は、移動ロボットの移動を停止する旨の停止命令である。移動ロボットは、停止命令に応じて停止する。

【発明の効果】

【0012】

この発明によれば、高価なセンサを用いることなく、移動ロボット周囲に位置する障害物をより効率的に検知することができる移動ロボットおよび移動ロボット制御システムが提供される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

この発明の実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中の同一または相当部分については、同一符号を付してその説明は繰り返さない。

【0014】

<移動ロボットの制御システム1の全体構成>

図1は、この発明の実施の形態に従う移動ロボット100の制御システム1の概略構成図である。

【0015】

図1を参照して、移動ロボット100の制御システム1は、家屋200内を移動する移動ロボット100と、移動ロボット100から発信される超音波信号を受信する超音波受信機41と、各種センサからデータを受け取って移動ロボット100の現在位置を計算するサーバ装置50とを含む。本実施の形態に係る移動ロボット100は、4本の脚部103を有して、4足歩行を行う形態としているが、人のように2足歩行を行う形態であってもよい。ただし、本発明に係る移動ロボット100の周囲の障害物を検知するための構成は、脚式ロボットだけでなく、車輪を有する走行ロボットにも適用することができる。

【0016】

サーバ装置50と移動ロボット100とは、相互にデータ通信可能に構成される。そして、サーバ装置50は、LAN (Local Area Network) やWAN (Wide Area Network) などの専用回線や、インターネットや仮想プライベートネットワーク (Virtual Private Network) などの公衆回線を介して、外部から移動ロボット100に対する動作命令などを受信する。

【0017】

移動ロボット100は、代表的に、外部からの移動命令に応じて自律移動 (4足歩行) を行ったり、外部からの撮影命令に応じて移動ロボット100の周囲を撮影したりすることができる。より詳細には、移動ロボット100は、頭部101と胴部102と脚部103とを有している。頭部101と脚部103とは、それぞれアクチュエータ等の駆動機構を有しており、これらの駆動機構によって各種の動作が行われる。たとえば、アクチュエータを制御することによって、移動ロボット100の4足歩行の制御を行うことができる。

【0018】

<移動ロボットの制御システム1の動作概要>

ここで、本実施の形態に係る移動ロボット100の制御システム1の動作概要について説明する。図2は、この発明の実施の形態に従う移動ロボット100の制御システム1における動作概要を示すシーケンス図である。図1および図2に示すように、まず、移動ロ

10

20

30

40

50

ボット100が移動する(ステップS002)。移動ロボット100は、後述する長距離測距センサや短距離測距センサなどを利用して障害物(人や動物や家具など)までの測定距離を取得し(ステップS004)、当該障害物までの測定距離をサーバ装置50へと送信する(ステップS016)。サーバ装置50は、障害物までの測定距離を受信する(ステップS018)。

【0019】

ただし、サーバ装置50が測定距離を計算する構成であってもよい。すなわち、移動ロボット100は、測距センサから得られたデータ、たとえば電圧値などをサーバ装置50へと送信し、サーバ装置50が移動ロボット100からのデータ(電圧値)に基づいて測定距離を計算してもよい。なお、説明のために、長距離測距センサ106が電圧値をサーバ装置50へと送信する構成の場合には、当該電圧値を「測定距離」と表現したり、より詳細に「測定距離に関するデータ」と表現したりする。

10

【0020】

サーバ装置50は、取得した測定距離に基づいて、移動ロボット100に対する動作命令(停止命令や移動命令や撮影命令など)を生成する(ステップS020)。サーバ装置50は、動作命令を移動ロボット100へと送信する(ステップS022)。移動ロボット100は、サーバ装置50から動作命令を受信して(ステップS024)、当該動作命令に基づいて各種動作(停止・移動・撮影など)を実行する(ステップS026)。

【0021】

以下、このような機能を実現するための構成について詳述する。

20

<移動ロボットの制御システム1のハードウェア構成>

図3は、この発明の実施の形態に従う移動ロボット100の制御システム1のハードウェア構成を示す模式図である。

【0022】

図3を参照して、移動ロボット100は、無線通信によって無線LANアクセスポイント49と接続される。たとえば、移動ロボット100は、内部の無線LAN子機119を利用して無線LANアクセスポイント49に接続される。無線LANアクセスポイント49は、LANなどを介してサーバ装置(外部PCサーバ)50と接続されている。

【0023】

サーバ装置50は、LANなどを介して、マイクアレイ用環境サーバ20や、セキュリティサーバ30や、超音波用環境サーバ40や、図示しない端末装置などに接続されている。マイクアレイ用環境サーバ20は、たとえば、外部マイクロフォンアレイ21と接続されている。セキュリティサーバ30は、たとえば、家屋200内に設置される複数のセキュリティセンサ31に接続されている。超音波用環境サーバ40は、家屋内に設置される複数の超音波受信機41に接続されている。

30

【0024】

サーバ装置50は、移動ロボット100を管理(制御)するものであり、無線LANアクセスポイント49やLANなどを介して、移動ロボット100に対して移動や撮影などの各種制御を行うと共に、移動ロボット100に対して必要な情報を提供する。

【0025】

以下、移動ロボット100について説明する。

40

移動ロボット100は、移動ロボット100の各部に電力を供給するバッテリー電源112と、無線LANアクセスポイント49と通信を行う無線LAN子機119と、無線LAN子機119に接続されるLAN用ハブ118と、LAN用ハブ118に接続される画像送信ユニット113と、各種のセンサに接続されるセンサコントロールユニット121と、アクチュエータ108などに接続されるモータコントロールボード107とを含む。

【0026】

画像送信ユニット113は、移動ロボット100外部に超音波を発信する超音波発信タグ114と、周囲の物体や人物を撮影するカメラ115と、音声を出力するスピーカ116と、周囲の音声を受け付けるマイク117とに接続される。カメラ115は、映像をデ

50

デジタルデータとして取り込むことができるものであり、たとえば、カラー C C D (Charge-Coupled Device) カメラが使用される。

【0027】

カメラ115は、サーバ装置50からの撮影命令に基づいて、移動ロボット100の周囲（たとえば頭部101の前方など）を撮影する。カメラ115は、撮影した画像データを画像送信ユニット113に出力する。画像データは、無線LAN子機119を介して、サーバ装置50へと送信される。このカメラ115と、マイク117とは、いずれも脚式ロボット100の頭部101に配設される。そして、スピーカ116などは脚式ロボット100の胴部102（背中）に配設される。

【0028】

センサコントロールユニット121は、移動ロボット100の向きを測定するための方位センサ104と、人間の存在を検知する人感センサ105と、ロボットから障害物（人や動物や壁や家具等）までの距離を測定する長距離測距センサ106と、壁や物体までの距離を測定する短距離測距センサ126と、床までの距離を測定する赤外線測距センサ136とに接続される。

【0029】

長距離測距センサ106、短距離測距センサ126、赤外線測距センサ136は、たとえば三角測量によって障害物や床までの距離を測定する。より詳細には、長距離測距センサ106、短距離測距センサ126、赤外線測距センサ136は、移動ロボット100の周囲に赤外線を照射して、その反射光を受光することによって移動ロボット100から障

【0030】

なお、本実施の形態に係る長距離測距センサ106の測定レンジは、40cm～300cmである。短距離測距センサ126の測定レンジは、たとえば10cm～50cmである。また、長距離測距センサ106は、検知角度が25度、分解能が5度の、広角測距センサである。

【0031】

図4は、長距離測距センサ106の概観を示す斜視図である。図4に示すように、長距離測距センサ106は、その正面方向に配置されるエミッタ106aとディテクタ106bとを有する。エミッタ106aは、赤外線を照射する。ディテクタ106bは、障害物で反射した赤外線を受光する。

【0032】

より詳細には、長距離測距センサ106は、ディテクタ106bにPSD（Position Sensitive Detector）素子を利用する。PSD素子は、出力端子を2つ有し、赤外線の入射位置から出力端子までの距離に比例する抵抗に応じて出力端子間の電圧や電流が変化するものである。このようにしてディテクタ106bにて測定された電圧値（電流値）に基づき、移動ロボット100あるいはサーバ装置50は、長距離測距センサ106から障害物までの距離を取得することができる。

【0033】

短距離測距センサ126の構成も、長距離測距センサ106のそれと同様であるため、ここでは説明を繰り返さない。

【0034】

図5は、移動ロボット100における長距離測距センサ106と短距離測距センサ126の配置構成を示す平面概略図である。図5に示すように、本実施の形態に係る移動ロボット100においては、その周囲に8つの長距離測距センサ106と8つの短距離測距センサ126とが配置されている。換言すれば、移動ロボット100の側面には、8つの長距離測距センサ106と8つの短距離測距センサ126とが、交互に並べて配置されている。このように、障害物の存否の検知に死角が生じないように構成されている。

【0035】

より詳細には、移動ロボット100の前部（正面）には、3つの長距離測距センサ10

10

20

30

40

50

6が配置されており、長距離測距センサ106の間には、短距離測距センサ126が配置されている。加えて、長距離測距センサ106の外側にも、短距離測距センサ126が配置されている。すなわち、移動ロボット100の前部（正面）には、3の長距離測距センサ106と4つの短距離測距センサ126とが配置されている。

【0036】

また、移動ロボット100の後部（背面）には、3つの長距離測距センサ106が配置されており、長距離測距センサ106の間には、短距離測距センサ126が配置されている。すなわち、移動ロボット100の後部（背面）には、3の長距離測距センサ106と2つの短距離測距センサ126とが配置されている。

【0037】

また、移動ロボット100の左部（左側面）には、1つの長距離測距センサ106と1つの短距離測距センサ126とが配置されている。移動ロボット100の右部（右側面）にも、1つの長距離測距センサ106と1つの短距離測距センサ126とが配置されている。

【0038】

そして、それぞれの長距離測距センサ106のエミッタ106aは、所定時間が経過する度に、同期して（同時に）、測定方向をA→B→C→D→E→Aと切り替えながら、赤外線照射する。ここで、図5における矢印は、赤外線を示す。これによって、右側に位置する長距離測距センサ106から測定方向Aに照射された赤外線と、左側に位置する長距離測距センサ106から測定方向Eに照射された赤外線とが干渉し難くなる。

【0039】

より詳細には、左側に位置する長距離測距センサ106のディテクタ106bが、右側に位置する長距離測距センサ106から測定方向Aに照射された赤外線の反射光を、自身のエミッタ106aから照射された赤外線の反射光として認識してしまう可能性が低減する。すなわち、本実施の形態に係る移動ロボット100においては、隣り合う長距離測距センサ106が、似通った測定方向に赤外線を照射することがないように構成されている。たとえば、右側の長距離測距センサ106が測定方向Aに、左側の長距離測距センサ106が測定方向Eに、同時に赤外線を照射することがないように構成されている。

【0040】

図6（a）は、本実施の形態に係る長距離測距センサ106の固設構成を示す側面断面図である。図6（b）は、先行の長距離測距センサ106の固設構成を示す側面断面図である。

【0041】

図6（b）に示すように、先行の長距離測距センサ106は赤外線の照射方向が実質的に水平方向であったため、長距離測距センサ106の測定レンジ内において赤外線が地面（移動ロボット100の歩行面）に照射されてしまう。そのため、ディテクタ106bが地面にて反射した赤外線を受光してしまい、移動ロボット100から障害物までの正確な距離が測定できなかった。

【0042】

本実施の形態においては、図6（a）に示すように、赤外線の照射方向が若干上向きとなるように、長距離測距センサ106が移動ロボット100に固設されている。より詳細には、長距離測距センサ106の下部と移動ロボット100との間にワッシャ127などを挟んで、長距離測距センサ106を移動ロボット100の側面に固設する。

【0043】

これによって、長距離測距センサ106の測定レンジ内では赤外線が地面（移動ロボット100の歩行面）に照射されない。その結果、ディテクタ106bが測定レンジ内の地面にて反射した赤外線を受光することがなくなり、移動ロボット100から障害物までのより正確な距離が測定できる。

【0044】

換言すれば、本実施の形態においては、赤外線が測定レンジ内の地面に照射されること

10

20

30

40

50

がない角度で、長距離測距センサ 106 が移動ロボット 100 に固設されている。

【0045】

図 3 に戻って、モータコントロールボード 107 は、移動ロボット 100 の頭部 101 や脚部 103 を動かすための各種のアクチュエータ 108 や、移動ロボット 100 の向きを測定するための 3 つの 1 軸ジャイロセンサ 109 や、移動ロボット 100 の加速度を測定するための 3 軸加速度センサ 110 に接続される。ここで、アクチュエータ 108 は、バッテリー電源 111 にも接続される。

【0046】

＜サーバ装置 50 のハードウェア構成＞

図 7 は、この発明の実施の形態に従うサーバ装置 50 のハードウェア構成を示す模式図である。

10

【0047】

図 7 を参照して、サーバ装置 50 は、オペレーティングシステムを含む各種プログラムを実行する CPU 55 と、CPU 55 でのプログラムの実行に必要なデータを一時的に記憶するメモリ 56 と、CPU 55 で実行されるプログラムを不揮発的に記憶する固定ディスク 57 とを備える。このようなプログラムは、CD-ROM (Compact Disk-Read Only Memory) 駆動装置 63 またはフレキシブルディスク (FD: Flexible Disk) 駆動装置 61 によって、それぞれ CD-ROM 64 またはフレキシブルディスク 62 などから読取られる。

【0048】

20

CPU 55 は、キーボード 53 やマウス 54 を介してユーザから操作要求を受け取るとともに、プログラムの実行によって生成されるテキストデータや画像データを表示部インターフェイス 65 を介してディスプレイ部 52 へ出力する。また、CPU 55 は、LAN カードなどからなる通信インターフェイス 59 を介して、移動ロボット 100 との間でデータ通信を行う。なお、これらの部位は、内部バス 58 を介して互いに接続される。

【0049】

移動ロボット 100 や超音波受信機 41 から LAN を介して送信されてくるデータは、通信インターフェイス 59 にて受信される。CPU 55 は、受信したデータをメモリ 56 などに格納する。CPU 55 は、受信したデータに応じて、移動ロボット 100 から要求されたデータなどを固定ディスク 57 から読み出して、通信インターフェイス 59 を介して移動ロボット 100 へと送信する。

30

【0050】

また、CPU 55 は、キーボード 53 やマウス 54 を介してユーザから入力される命令や、インターネットと通信インターフェイス 59 とを介して入力される命令などに基づいて、LAN を介して移動命令や撮影命令などを移動ロボット 100 に送信する。

【0051】

次に、サーバ装置 50 の有する機能構成について詳述する。

＜サーバ装置 50 の機能構成＞

図 8 は、この発明の実施の形態に従うサーバ装置 50 における機能構成を示すブロック図である。図 8 を参照して、サーバ装置 50 は、サーバ装置 50 の各部を制御するメイン処理部 55A と、プログラムやデータベースなどを格納する記憶部 57S と、移動ロボット 100 の位置を検知する第 1 の位置取得部 55B と、設定された経路上を移動ロボット 100 を移動させるための経路追従部 55C と、セキュリティ部 55D と、LAN を介して室内に配置された複数のマイクやマイクサーバ 20 から受信した音声データに基づいて会話を認識する音声認識部 55E と、人間の存在やその位置などを検知する人検知部 55F と、人間の顔が位置するエリアを認識する顔認識部 55G と、LAN を介して移動ロボット 100 から音声データを受信する音声受信部 55H と、LAN を介して移動ロボット 100 から脚部の動作に関する動作データや障害物の存否に関するデータなどを受信するコマンド受信部 55J と、LAN を介して移動ロボット 100 から方位データを受信する方位データ受信部 55K とを含む。

40

50

【0052】

ここで、メイン処理部55Aや経路追従部55Cは、CPU55が固定ディスク57などに予め格納されていたプログラムをメモリ56に読出して実行することで実現されるものである。経路追従部55Cは、計算された現在位置と入力された目的地（あるいは計算された目的地）とに基づいて、各種のアルゴリズムに沿って移動ロボット100の移動経路を生成する。経路追従部55Cは、移動経路に沿って移動ロボット100が移動するように、移動ロボット100に対する具体的な移動命令を生成する。

【0053】

第1の位置取得部55Bは、CPU55や通信インターフェイス59によって実現されるものであって、超音波サーバ40（超音波受信機41）から受信したデータに基づいて、移動ロボット100の現在位置（測定位置）を計算する。

10

【0054】

セキュリティ部55Dは、CPU55や通信インターフェイス59によって実現されるものであって、セキュリティサーバ30から受信したセキュリティ情報に基づいて、セキュリティモードを切り替えたり、セキュリティに関する動作命令（たとえば警報の出力命令など）を生成したりする。

【0055】

音声認識部55Eは、CPU55や通信インターフェイス59によって実現される。音声認識部55Eは、移動ロボット100から受信した音声データに基づいて、移動ロボット100に入力された音声に対応する音声認識テキストをメイン処理部55Aに入力する。

20

【0056】

人検知部55Fは、CPU55や通信インターフェイス59によって実現される。人検知部55Fは、移動ロボット100から受信した人感センサ105の反応データと画像データなどに基づいて、移動ロボット100の周囲に人が存在するか否かを判断し、人が存在する位置を取得する。

【0057】

顔認識部55Gは、CPU55や通信インターフェイス59によって実現される。顔認識部55Gは、移動ロボット100から受信した画像データに基づいて、人間の顔の検知と認証とを行う。

30

【0058】

音声受信部55Hは、CPU55や通信インターフェイス59によって実現される。音声受信部55Hは、移動ロボット100から音声データを受信する。

【0059】

コマンド受信部55Jは、CPU55や通信インターフェイス59によって実現される。コマンド受信部55Jは、移動ロボット100から、移動ロボット100の近傍に障害物が存在する旨のデータや、移動ロボット100が障害物に接触した旨のデータや、移動ロボット100に関する状態情報などを取得する。

【0060】

コマンド受信部55Jは、移動ロボット100から、それぞれの長距離測距センサ106および短距離測距センサ126に係る電圧値に関するデータを受信する。コマンド受信部55Jは、そのデータに基づいて、それぞれの長距離測距センサ106および短距離測距センサ126から障害物までの距離を計算し、測定距離をメイン処理部55Aへと受け渡す。

40

【0061】

方位データ受信部55Kは、CPU55や通信インターフェイス59によって実現される。方位データ受信部55Kは、LANを介して、移動ロボット100から移動ロボット100の測定方向（測定向きあるいは測定方位）を受信する。

【0062】

<移動ロボットの制御システム1の機能構成>

50

図 9 は、この発明の実施の形態に従う移動ロボット 100 の制御システム 1 における機能構成を示すブロック図である。図 9 を参照して、移動ロボット 100 の制御システム 1 は、移動ロボット 100 と、サーバ装置 50 と、超音波受信機 41 とを含む。

【0063】

移動ロボット 100 は、移動機構 108 A と、送受信部 119 A と、発信部 114 A と、方位取得部 104 A と、第 1 の距離取得部 106 A と、第 2 の距離取得部 126 A とを含む。

【0064】

図 3 および図 9 に示すように、送受信部 119 A は、無線 LAN 子機 119 や LAN 用ハブ 118 などによって実現される。送受信部 119 A は、LAN を介してサーバ装置 50 から各種命令を受信したり、LAN を介してサーバ装置 50 に各種データを送信したりする。より詳細には、送受信部 119 A は、サーバ装置 50 に測定距離や測定方向を送信し、サーバ装置 50 から動作命令（たとえば停止命令や移動命令や撮影命令など）を受信する。

【0065】

移動機構 108 A は、たとえば、それぞれの脚部 103 を動作させるための複数のアクチュエータ 108 を含む複数の脚部 103 によって実現される。たとえば、移動機構 108 A は、送受信部 119 A を介して入力される移動命令に応じて、アクチュエータ 108 を作動させることによって移動ロボット 100 を移動させる。たとえば、移動機構 108 A は、送受信部 119 A を介して入力される停止命令に応じて、アクチュエータ 108 を停止させることによって移動ロボット 100 を停止させる。より詳細には、サーバ装置 50 から受信した「○歩前進、肩の角度○○度」という移動命令に基づいて、それぞれのアクチュエータ 108（脚部 103）が作動することによって、移動ロボット 100 が移動する。

【0066】

発信部 114 A は、たとえば超音波発信タグ 114 によって実現される。発信部 114 A は定期的に超音波を発信する。発信部 114 A から発信された超音波は超音波受信機 41 にて受信される。ただし、発信部 114 A は、電波を発信してもよい。

【0067】

方位取得部 104 A は、たとえば方位センサ 104 やセンサコントロールユニット 121 などによって実現される。方位取得部 104 A は、移動ロボット 100 の測定方向を取得して、当該測定方向を送受信部 119 A を介してサーバ装置 50 に送信する。

【0068】

第 1 の距離取得部 106 A の各々は、たとえば移動ロボット 100 周囲に設けられた長距離測距センサ 106 の各々やセンサコントロールユニット 121 によって実現される。第 1 の距離取得部 106 A の各々は、移動ロボット 100 から障害物までの距離を測定して、当該測定距離を送受信部 119 A を介してサーバ装置 50 へ送信する。ここで、障害物とは、たとえば人や動物や壁やドアや家具などのように、家屋 200 内に存在する様々なオブジェクトをいう。

【0069】

図 10 は、第 1 の距離取得部 106 A が障害物までの距離を測定する場合のイメージ図である。図 10 に示すように、第 1 の距離取得部 106 A の各々は、所定期間毎に測定方向 A、B、C、D、E を切り替えながら赤外線を照射する。第 1 の距離取得部 106 A の各々は、それぞれの測定方向 A、B、C、D、E に存在する障害物までの距離を測定する。ただし、前述したように、長距離測距センサ 106 が電圧値を測定し、サーバ装置 50 が電圧値に基づいて測定距離を計算する構成であってもよい。

【0070】

本実施の形態においては、後述するように、第 1 の距離取得部 106 A から 2 つ以上の測定方向（たとえば測定方向 B および C）に照射された赤外線の反射光に基づいて、サーバ装置 50 が障害物までの距離を測定する。

【0071】

図5および図9を参照して、第2の距離取得部126Aの各々は、たとえば移動ロボット100周囲に設けられた短距離測距センサ126の各々やセンサコントロールユニット121によって実現される。第2の距離取得部126Aは、移動ロボット100（第2の距離取得部126A）から障害物までの距離を測定して、当該測定距離を送受信部119Aを介してサーバ装置50へと送信する。

【0072】

送受信部109Aは、測定方向A（B，C，D，E）毎に、全ての長距離測距センサ106によって取得された測定距離に関するデータを、同一パケットに格納して、サーバ装置50へと送信する。送受信部109Aは、長距離測距センサ106によって取得された測定距離に関するデータと共に、短距離測距センサ126によって取得された測定距離に関するデータを、同一パケットに格納して、サーバ装置50へと送信しても良い。すなわち、サーバ装置50は、全ての長距離測距センサ106によって取得された測定方向Aについての測定距離を受信する。

【0073】

図9に示すように、サーバ装置50は、入力部53Aと、記憶部57Sと、第1の位置取得部55Bと、パーティクル取得部55Lと、設定部55Mと、計算部55Nと、経路生成部55Pと、命令生成部55Qと、判断部55Rと、送受信部59Aとを含む。

【0074】

図7および図9に示すように、入力部53Aは、キーボード53やマウス54や通信インターフェイス59などによって実現される。より詳細には、入力部53Aは、キーボード53やマウス54などを介して、直接ユーザからの動作命令を受け付ける。また、入力部53Aは、通信インターフェイス59を介して、LANやインターネットや外部の情報機器などを介して動作命令を受け付ける。

【0075】

記憶部57Sは、固定ディスク57やメモリ56によって実現される。記憶部57Sは、移動ロボット100が移動するエリアに関する地図データ57Aや、パーティクルフィルタを用いて移動ロボット100の現在地位や現在方向（現在向きあるいは現在方位）を計算するために必要な各種データを格納するパーティクルファイル57Bや、パーティクルフィルタを用いて計算された現在位置や現在方向を格納する現在情報ファイル57Cなどを記憶する。

【0076】

図11は、地図データ57Aの内容を示すイメージ図である。図11に示すように、地図データ57Aは、移動ロボット100が移動する家屋200に配置されている壁や扉や家具などの障害物の存在位置（図11におけるハッチング部）を示す情報を有している。地図データ57Aは、たとえばテレビジョン装置やオーディオ機器などの存在位置なども示す。

【0077】

そして、地図データ57Aは、それぞれの障害物から所定距離以内の接触エリア（図11におけるドット付与部）を示す情報を格納している。接触エリアは、安全確保のためのエリアとして規定されている。すなわち、移動ロボット100が接触エリアに侵入した場合には、移動ロボット100が障害物に接触する虞がある。後述する経路生成部55Pは、地図データ57Aを参照して、移動ロボット100が接触エリアに侵入することがないように、現在位置（スタート地点）から目的位置（ゴール地点）までの移動経路を生成する。

【0078】

図12は、パーティクルファイル57Bのデータ構造を示すイメージ図である。図12に示すように、パーティクルファイル57Bは、パーティクル毎に、前回の現在位置のX座標 X_1 、前回の現在位置のY座標 Y_1 、前回の現在方向 θ_1 、所定の重み W_1 （1をパーティクル数で除した数）を格納している。パーティクルファイル57Bは、パーティク

ル毎に、前回の X_1 、 Y_1 、 θ_1 のそれぞれにノイズを加えた仮想位置 (X_2 、 Y_2) と仮想方向 (仮想向きあるいは仮想方位) θ_2 とを格納する。

【0079】

パーティクルファイル57Bは、パーティクル毎に、超音波受信機41からの測定位置が考慮された、ガウス関数に基づいて計算される X_2 および Y_2 の観測確率 P_{US} を格納する。ここで、観測確率 P_{US} とは、移動ロボット100がその現在位置にある場合に、その測定位置が観測される確率をいう。

【0080】

同様に、パーティクルファイル57Bは、パーティクル毎に、移動ロボット100からの測定方向が考慮された、ガウス関数に基づいて計算される θ_2 の観測確率 P_{COM} を格納する。

10

【0081】

同様にパーティクルファイル57Bは、パーティクル毎に、移動ロボット100からの障害物までの測定距離が考慮された、ガウス関数に基づいて計算される X_2 や Y_2 の観測確率 P_{DIS} を格納する。ここで、パーティクルファイル57Bは、パーティクル毎に、各種センサにて取得されるデータがセンサの許容範囲内である場合と許容範囲外である場合とでそれぞれ所定の確率 P_{OUT} を格納する。

【0082】

このように、パーティクルファイル57Bは、パーティクル毎に、かつセンサ毎に、このような観測確率を格納する。

20

【0083】

そして、パーティクルファイル57Bは、全ての観測確率 P_{US} 、 P_{COM} 、 P_{DIS} 、 P_{OUT} を乗算した観測確率乗算値 E_{val} を格納する。パーティクルファイル57Bは、パーティクルの観測確率乗算値 E_{val} の合計が1となるように、パーティクルの観測確率乗算値 E_{val} の各々を正規化したものを、各パーティクルの重み W_2 として格納する。

【0084】

図13は、現在情報ファイル57Cのデータ構造を示すイメージ図である。図13に示すように、現在情報ファイル57Cは、各パーティクルの仮想位置のX座標 X_2 を重み W_2 によって加重平均した値を、移動ロボット100の現在位置を示すX座標として格納する。現在情報ファイル57Cは、各パーティクルの仮想位置のY座標 Y_2 を重み W_2 によって加重平均した値を、移動ロボット100の現在位置を示すY座標として格納する。現在情報ファイル57Cは、各パーティクルの θ_2 を重み W_2 によって加重平均した値を、移動ロボット100の現在方向を示す値 θ として格納する。

30

【0085】

図7と図9とを参照して、第1の位置取得部55Bと、パーティクル取得部55Lと、設定部55Mと、計算部55Nと、経路生成部55Pと、命令生成部55Qと、判断部55Rとは、CPU55が固定ディスク57などに予め格納されていたプログラムをメモリ56に読出して実行することで実現されるものである。すなわち、第1の位置取得部55Bと、パーティクル取得部55Lと、設定部55Mと、計算部55Nと、経路生成部55Pと、命令生成部55Qとは、サーバ装置50のCPU55が有する機能である。

40

【0086】

第1の位置取得部55Bは、超音波受信機41から受信した音波に関するデータに基づいて、移動ロボット100の測定位置を計算する。ただし、移動ロボット100が、電波を発信する構成とし、第1の位置取得部55Bが、図示しない電波受信機から受信した電波に関するデータに基づいて移動ロボット100の測定位置を計算するものであってもよい。

【0087】

パーティクル取得部55Lは、各々が移動ロボット100の仮想位置および仮想方向を示す複数のパーティクルを取得する、あるいは新たに生成する。より詳細には、パーティ

50

クル取得部 55L は、前回の現在位置を計算した際のパーティクルの X 座標 X_2 や Y 座標 Y_2 や方向 θ_2 に今回の移動方向および歩数などに対応するノイズを加えることによって、パーティクルを更新する。この際、前回の現在位置を計算した際の重み W_2 が、所定のしきい値未満であるパーティクルを削除して、新たなパーティクルを生成してもよい。新たなパーティクルの生成方法としては、前回の現在位置を計算した際の重み W_2 が最も大きなパーティクルを 2 つに分割してもよい。

【0088】

設定部 55M は、測定位置と測定距離と地図データ 57A と測定方向とに基づいて、パーティクルの各々に重み W_2 を設定する。

【0089】

10

より詳細には、設定部 55M は、超音波受信機 41 からの測定位置を参照しながら、ガウス関数に基づいて計算される X_2 および Y_2 の観測確率 P_{US} を計算する。ここで、観測確率 P_{US} とは、移動ロボット 100 がその現在位置にある場合に、その測定位置が観測される確率をいう。同様に、設定部 55M は、パーティクル毎に、移動ロボット 100 からの測定方向を参照しながら、ガウス関数に基づいて計算される θ_2 の観測確率 P_{COM} を計算する。同様に、設定部 55M は、パーティクル毎に、移動ロボット 100 からの障害物までの測定距離を参照しながら、ガウス関数に基づいて計算される X_1 や Y_2 の観測確率 P_{DIS} を計算する。ここで、設定部 55M は、パーティクル毎に、各種センサにて取得されるデータがセンサの許容範囲内である場合と許容範囲外である場合とでそれぞれ所定の確率 P_{OUT} を計算する。このように、設定部 55M は、パーティクル毎に、か

20

【0090】

計算部 55N は、それぞれのパーティクルの仮想位置 (X_2 , Y_2) と重み W_2 とに基づいて移動ロボット 100 の現在位置 (X , Y) を計算する。すなわち、計算部 55N は、それぞれのパーティクルの仮想位置 (X_2 , Y_2) を対応する重み W_2 に基づいて加重平均することによって、移動ロボット 100 の現在位置 (X , Y) を計算する。

【0091】

計算部 55N は、それぞれのパーティクルの仮想方向 θ_2 と重み W_2 とに基づいて移動ロボット 100 の現在方向 θ を計算する。すなわち、計算部 55N は、それぞれのパーティクルの仮想方向 θ_2 を対応する重み W_2 に基づいて加重平均することによって、移動

30

【0092】

このようにして、パーティクル取得部 55L と、設定部 55M と、計算部 55N とは、第 2 の位置取得部を構成する。第 2 の位置取得部は、パーティクルフィルタを用いることによって、前回の現在位置と測定位置と測定方向と測定距離と地図データとに基づいて、移動ロボット 100 の現在位置を計算する。すなわち、第 2 の位置取得部は、前回の現在位置と測定方向と測定距離と地図データ 57A とに基づいて、超音波受信機 41 から受信したデータから得られた測定位置を補正することによって、測定位置よりも正確な現在位置を取得する。

【0093】

40

経路生成部 55P は、地図データ 57A を参照して、各種アルゴリズムに沿って現在位置と目的地点とに基づき移動ロボット 100 の移動経路を生成する。

【0094】

命令生成部 55Q は、移動経路と現在位置とに基づいて移動命令を生成する。たとえば、命令生成部 55Q は、移動経路と現在位置とに基づいて、「肩を○度開く」旨の要求や「○歩前進する」旨の要求を生成し、当該要求を送受信部 59A を介して移動ロボット 100 に送信する。

【0095】

送受信部 59A は、通信インターフェイス 59 などによって実現される。送受信部 59A は、LAN を介して移動ロボット 100 から、測定距離や測定方向などに関するデータ

50

を受信して、当該データを設定部 55M に渡す。また、送受信部 59A は、LAN を介して移動ロボット 100 から、測定距離に関するデータを受信して、当該データを判断部 55R に渡す。

【0096】

判断部 55R は、送受信部 59A を介して、第 1 の距離取得部 106A および第 2 の距離取得部 126A からそれぞれの測定距離を取得する。あるいは、判断部 55R は、送受信部 59A を介して、第 1 の距離取得部 106A および第 2 の距離取得部 126A から取得したそれぞれの測定距離に関するデータ（たとえば電圧値など）に基づいて、移動ロボット 100 から障害物までのそれぞれの測定距離を計算する。

【0097】

図 9 および図 10 に示すように、本実施の形態においては、判断部 55R が、1 つの第 1 の距離取得部 106A における隣り合う 2 つ以上の測定方向（たとえば測定方向 B および C）上に障害物が検知された場合に、それらの障害物が検知された位置の中間地点 F（中心位置）に障害物があると決定して（認識して）、第 1 の距離取得部 106A からその中間地点までの距離を測定距離とする。つまり、判断部 55R は、長距離測距センサ 106 のそれぞれにて取得された測定方向 B における障害物までの距離と、対応する長距離測距センサ 106 にて取得された測定方向 C における障害物までの距離とに基づいて、障害物の存否を判断したり、障害物までの距離を計算したりする。

【0098】

本実施の形態においては、障害物までの距離（障害物が検知された位置）が、隣り合う測定方向同士（たとえば測定方向 A および B）で大きく異なる場合には、判断部 55R は、それらの障害物が検知された位置の中間地点（中心位置）を計算しない。すなわち、本実施の形態に係る判断部 55R は、1 つの第 1 の距離取得部 106A に関する隣り合う 2 つ以上の測定方向上に障害物が検知された場合であって、検知された位置同士の距離が所定の距離未満である場合に、当該位置の中間地点に障害物があると決定するため、障害物の存否の判断がより精度の高いものとなる。

【0099】

そして、判断部 55R は、測定距離の各々が所定の距離未満であるか否かを判断し、それぞれの判断結果を命令生成部 55Q に渡す。命令生成部 55Q は、判断結果に基づいて、移動ロボット 100 に対する動作命令を生成する。より詳細には、命令生成部 55Q は、測定距離のいずれかが所定の距離未満である場合に、移動ロボット 100 の移動を停止する旨の停止命令を生成し、当該停止命令を移動ロボット 100 に送信する。

【0100】

あるいは、命令生成部 55Q は、測定距離のいずれかが所定の距離未満である場合に、障害物から離間する方向に移動する旨の移動命令を生成し、当該移動命令を移動ロボット 100 に送信する。

【0101】

<メイン処理>

図 14 は、移動ロボット 100 の制御システム 1 におけるメイン処理の処理手順を示すフローチャートである。図 14 に示すように、まず、CPU 55 は、ステータス情報を取得する（ステップ S052）。より詳細には、CPU 55 は、通信インターフェイス 59 を介して移動ロボット 100 からステータスに関するデータを受信する。あるいは、CPU 55 は、記憶部 57S から、既に記憶されている移動ロボット 100 のステータスに関するデータを読み出す。

【0102】

CPU 55 は、各種センサからデータを取得する（ステップ S054）。たとえば、CPU 55 は、前回のループ（メイン処理）と今回のループ（メイン処理）との間に、新たに取得された長距離測距センサ 106 や短距離測距センサ 126 からの測定距離に関するデータなどを取得する。

【0103】

10

20

30

40

50

CPU55は、各種センサからのデータに基づいて、移動ロボット100が反射運動を行う必要があるか否かを判断する（ステップS056）。より詳細には、CPU55は、長距離測距センサ106あるいは短距離測距センサ126によって取得される測定距離のそれぞれが、予め設定された第1の距離未満であるか否かを判断する。

【0104】

反射運動を行う必要がある場合、すなわち長距離測距センサ106あるいは短距離測距センサ126によって取得される測定距離のいずれかが第1の距離未満である場合（ステップS056にてYESである場合）、CPU55は通信インターフェイス59を介して移動ロボット100に停止命令を送信する（ステップS058）。あるいは、CPU55は、障害物の反対方向へ移動する旨の移動命令を送信する。移動ロボット100は、停止命令を受信して移動を停止する。あるいは、移動ロボット100は、移動命令を受信して障害物の反対方向へ移動する。

10

【0105】

その後、CPU106は、外部から動作命令が入力されたか否かを判断する（ステップS060）。一方、反射運動を行う必要がない場合、すなわち長距離測距センサ106あるいは短距離測距センサ126によって取得される全ての測定距離が第1の距離以上である場合（ステップS056にてNOである場合）、CPU55は、外部から動作命令が入力されたか否かを判断する（ステップS060）。

【0106】

外部から動作命令が入力された場合（ステップS060にてYESである場合）、CPU55は通信インターフェイス59を介して、当該動作命令を移動ロボット100へと送信する（ステップS062）。移動ロボット100は、動作命令を受信して、動作命令に応じて動作する。たとえば、CPU55は、インターネットや通信インターフェイス59などを介して、目的地点の入力を受け付ける。CPU55は、目的地点までの経路情報を生成し、通信インターフェイス59を介して逐次具体的な移動命令を移動ロボット100へと送信する。

20

【0107】

CPU55は、現在位置取得処理（ステップS100）を実行する。現在位置取得処理については後述する。現在位置が取得されると（ステップS100終了後）、CPU55は、ステップS054にて長距離測距センサ106あるいは短距離測距センサ126にて障害物が検知されたか否かを判断する（ステップS064）。障害物が検知された場合（ステップS064にてYESである場合）、CPU55は地図データ57Aを更新する（ステップS066）。より詳細には、CPU55は、長距離測距センサ106や短距離測距センサ126にて取得された測定距離に基づいて、地図データ57Aに障害物が存在する旨の情報を追加する。

30

【0108】

そして、CPU55は新たな地図データ57Aに基づいて、移動命令などの動作命令を修正する（ステップS068）。CPU55は、修正された動作命令を移動ロボット100へと送信する（ステップS070）。

【0109】

一方、長距離測距センサ106や短距離測距センサ126によって障害物が検知されなかった場合（ステップS064にてNOである場合）、CPU55は、ステップS052からの処理を繰り返す。

40

【0110】

<現在位置取得処理>

図15は、サーバ装置50における現在位置取得処理の処理手順を示すフローチャートである。図15に示すように、まず、CPU55は、移動ロボット100から移動ロボット100が移動した旨のデータを受信したか否かを判断する（ステップS102）。移動ロボット100から移動した旨のデータを受信した場合（ステップS102にてYESの場合）、CPU55は、前回の現在位置が記憶部57S（パーティクルファイル57Bあ

50

るいは現在情報ファイル57C)に格納されているか否か、すなわち当該移動前に現在位置(X_1 , Y_1)が計算されているか否かを判断する(ステップS106)。

【0111】

一方、サーバ装置50が移動ロボット100から移動した旨のデータを受信しない場合(ステップS102にてNOの場合)、CPU55は、前回の現在位置を取得したときから所定時間が経過したか否かを判断する(ステップS104)。前回の現在位置を取得したときから未だ所定時間が経過していない場合(ステップS104にてNOの場合)、CPU55はステップS102からの処理を繰り返す。一方、前回の現在位置を取得してから所定時間が経過している場合(ステップS104にてYESの場合)、CPU55はステップS106からの処理を実行する。

10

【0112】

前回の現在位置が記憶部57Sに格納されている場合(ステップS106にてYESの場合)、CPU55は、パーティクルのリサンプリングを行う(ステップS108)。すなわち、CPU55は、パーティクルファイル57Bに格納されている各パーティクルのX座標 X_1 、Y座標 Y_1 、角度(方向) θ_1 にノイズを付与し、ノイズが付与されたデータ X_2 、 Y_2 、 θ_2 をパーティクルファイル57Bに格納する。

【0113】

そして、CPU55は、各種センサから取得されるデータ、たとえば、超音波受信機41から得られる測定位置や、ジャイロセンサ109から得られる測定方向、測距センサ106から得られる測定距離などに基づいて、各パーティクルの測定確率(発生確率)を計算することによって、各パーティクルに重み付けを行う(ステップS200)。重み付け処理(ステップS200)については後述する。

20

【0114】

CPU55は、各パーティクルのノイズ付与後のX座標 X_2 、Y座標 Y_2 、角度 θ_2 に重み W_2 を乗じることによって、X座標、Y座標、角度 θ の荷重平均値(X , Y , θ)を求める(ステップS112)。

【0115】

一方、前回の現在位置が記憶部57Sに格納されていない場合(ステップS106にてNOの場合)、CPU55は、超音波受信機41からのデータに基づいて、移動ロボット100の測定位置を取得する(ステップS114)。そして、CPU55は、測定位置を取得できた場合(ステップS116にてYESである場合)にはステップS108からの処理を実行し、測定位置が取得できない場合(ステップS116にてNOである場合)にはステップS102からの処理を実行する。

30

【0116】

<重み付け処理>

図16は、サーバ装置50における重み付け処理の処理手順を示すフローチャートである。図16に示すように、ここでは、M個のセンサを用いるとともに、N個のパーティクルを利用することによって、現在位置と現在方向とを取得する場合について説明する。

【0117】

まず、CPU55は、1つ目のパーティクルについて、1つ目のセンサで得られたデータに基づいて(ステップS202)、観測確率を計算する(ステップS204~S206)。より詳細には、CPU55は、たとえば測距センサ106からの測定距離を示すデータを取得して(ステップS204)、対象パーティクルのX座標とY座標と地図データとから、現在位置が対象パーティクルの座標に一致する場合に測定距離が測定される確率を計算する(ステップS206)。

40

【0118】

CPU55は、次のセンサについての処理に進み(ステップS208)、次のセンサがある場合(ステップS210にてNOである場合)、ステップS204からの処理を繰り返す。一方、CPU55は、各パーティクルについて次のセンサがない場合(ステップS210にてYESの場合)、各パーティクルに係る観測確率を全て乗算することによって

50

当該パーティクルに係る観測確率を計算する（ステップS212）。

【0119】

CPU55は、次のパーティクルについての処理に進み（ステップS214）、次のパーティクルがある場合（ステップS216にてNOである場合）、ステップS204からの処理を繰り返す。一方、CPU55は、次のパーティクルがない場合（ステップS216にてYESである場合）、それぞれのパーティクルに係る観測確率の合計が「1」となるように、それぞれのパーティクルに係る観測確率を正規化する（ステップS218）。

【0120】

〔その他の実施の形態〕

本発明に係るプログラムは、コンピュータのオペレーティングシステム（OS）の一部として提供されるプログラムモジュールのうち、必要なモジュールを所定の配列で所定のタイミングで呼出して処理を実行させるものであってもよい。その場合、プログラム自体には上記モジュールが含まれずOSと協働して処理が実行される。このようなモジュールを含まないプログラムも、本発明にかかるプログラムに含まれ得る。

【0121】

また、本発明にかかるプログラムは他のプログラムの一部に組込まれて提供されるものであってもよい。その場合にも、プログラム自体には上記他のプログラムに含まれるモジュールが含まれず、他のプログラムと協働して処理が実行される。このような他のプログラムに組込まれたプログラムも、本発明にかかるプログラムに含まれ得る。

【0122】

提供されるプログラム製品は、ハードディスクなどのプログラム格納部にインストールされて実行される。なお、プログラム製品は、プログラム自体と、プログラムが記憶された記憶媒体とを含む。

【0123】

さらに、本発明に係るプログラムによって実現される機能の一部または全部を専用のハードウェアによって構成してもよい。

【0124】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【図面の簡単な説明】

【0125】

【図1】この発明の実施の形態に従う移動ロボットの制御システムの概略構成図である。

【図2】この発明の実施の形態に従う移動ロボットの制御システムにおける動作概要を示すシーケンス図である。

【図3】この発明の実施の形態に従う移動ロボットの制御システムのハードウェア構成を示す模式図である。

【図4】この発明の実施の形態に従うサーバ装置のハードウェア構成を示す模式図である。

【図5】移動ロボットにおける長距離測距センサと短距離測距センサの配置構成を示す平面概略図である。

【図6】本実施の形態に係る長距離測距センサの固設構成を示す側面断面図と先行の長距離測距センサの固設構成を示す側面断面図である。

【図7】この発明の実施の形態に従うサーバ装置のハードウェア構成を示す模式図である。

【図8】この発明の実施の形態に従うサーバ装置における機能構成を示すブロック図である。

【図9】この発明の実施の形態に従う移動ロボットの制御システムにおける機能構成を示すブロック図である。

【図 10】第 1 の距離取得部が障害物までの距離を測定する場合のイメージ図である。

【図 11】地図データの内容を示すイメージ図である。

【図 12】パーティクルファイルのデータ構造を示すイメージ図である。

【図 13】現在情報ファイルのデータ構造を示すイメージ図である。

【図 14】移動ロボットの制御システムにおけるメイン処理の処理手順を示すフローチャートである。

【図 15】サーバ装置における現在位置取得処理の処理手順を示すフローチャートである。

【図 16】サーバ装置における重み付け処理の処理手順を示すフローチャートである。

【符号の説明】

10

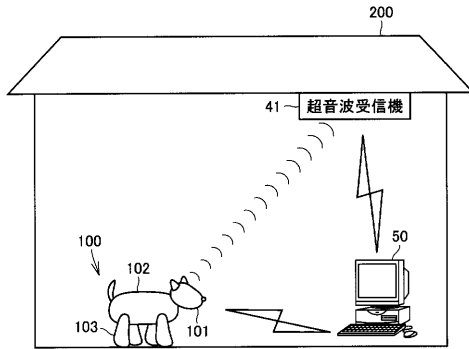
【0126】

1 制御システム、20 マイクアレイ用環境サーバ、21 外部マイクロフォンアレイ、30 セキュリティサーバ、31 セキュリティセンサ、40 超音波用環境サーバ、41 超音波受信機、49 アクセスポイント、50 サーバ装置、52 ディスプレイ部、53 キーボード、53A 入力部、54 マウス、55A メイン処理部、55B 位置取得部、55C 経路追従部、55D セキュリティ部、55E 音声認識部、55F 人検知部、55G 顔認識部、55H 音声受信部、55J コマンド受信部、55K 方位データ受信部、55L パーティクル取得部、55M 設定部、55N 計算部、55P 経路生成部、55Q 命令生成部、55R 判断部、56 メモリ、57 固定ディスク、57A 地図データ、57B パーティクルファイル、57C 現在情報ファイル、57S 記憶部、58 内部バス、59 通信インターフェイス、59A 送受信部、65 表示部インターフェイス、100 移動ロボット、101 頭部、102 胴部、103 脚部、104 方位センサ、104A 方位取得部、105 人感センサ、106 長距離測距センサ、106A 第1の距離取得部、107 モータコントロールボード、108 アクチュエータ、108A 移動機構、109 ジャイロセンサ、109 1軸ジャイロセンサ、110 3軸加速度センサ、111 バッテリ電源、112 バッテリ電源、113 画像送信ユニット、114 超音波発信タグ、114A 発信部、115 カメラ、116 スピーカ、117 マイク、118 LAN用ハブ、119 無線LAN子機、119A 送受信部、121 センサコントロールユニット、126 短距離測距センサ、126A 第2の距離取得部、200 家屋。

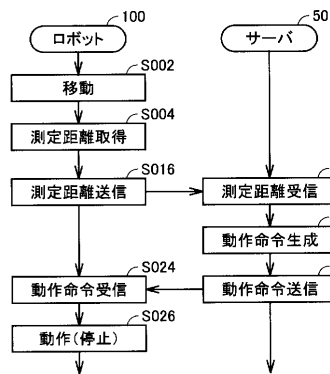
20

30

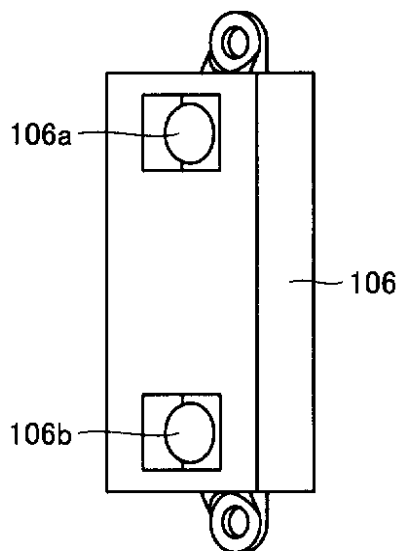
【図 1】



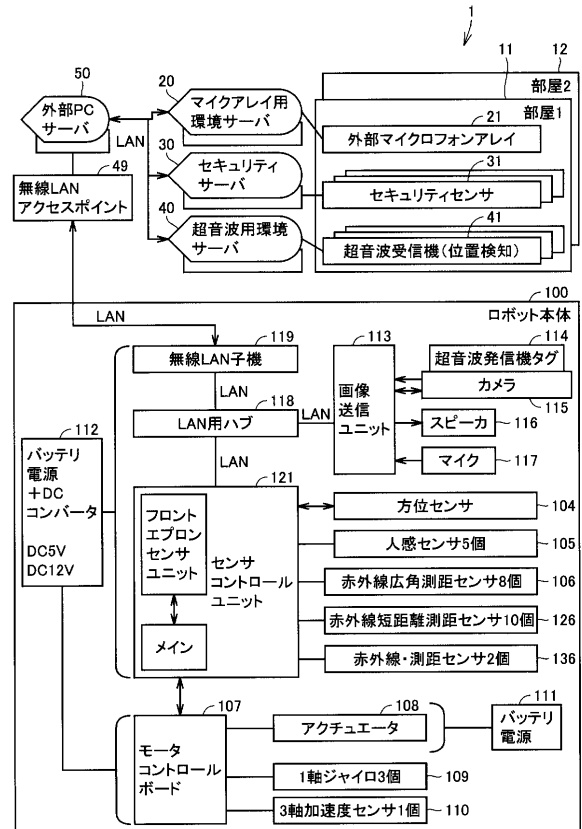
【図 2】



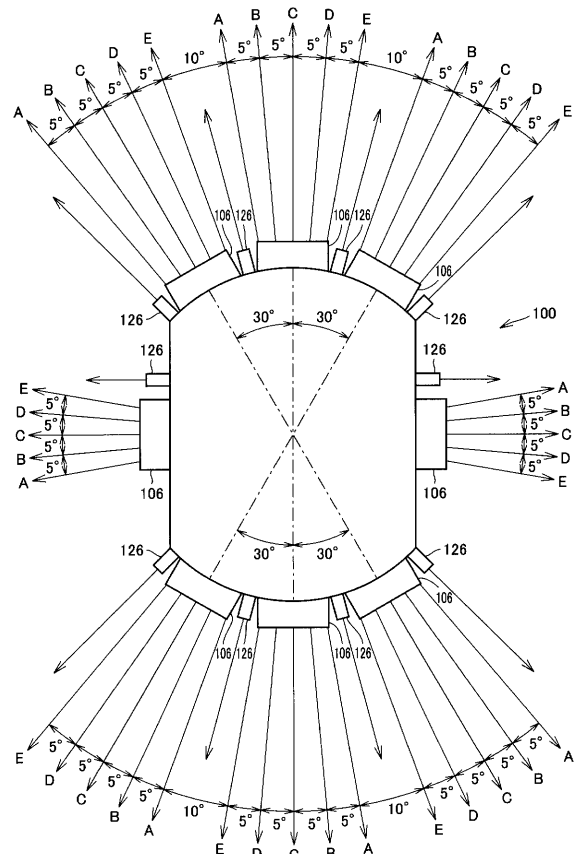
【図 4】



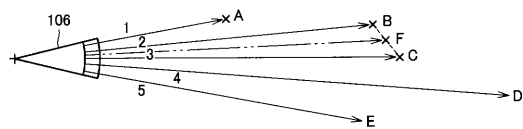
【図 3】



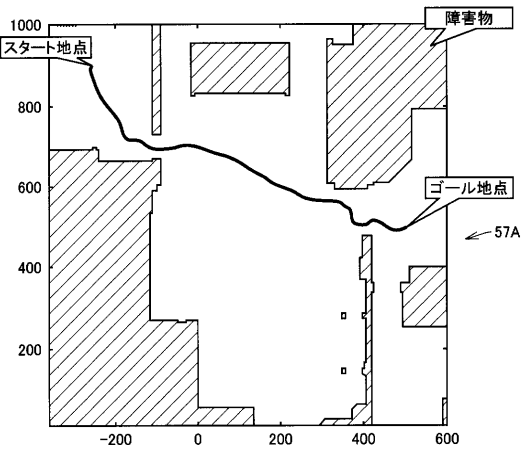
【図 5】



【図 1 0】



【図 1 1】



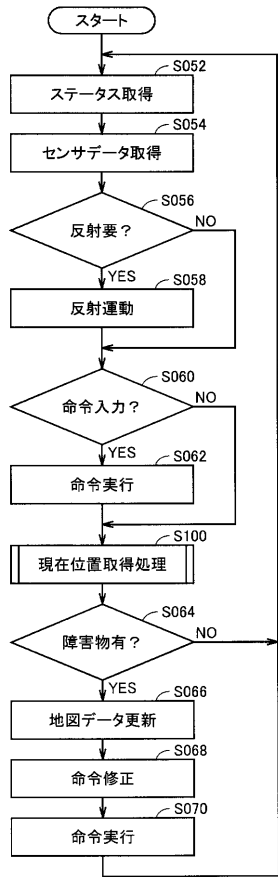
【図 1 3】

	X座標	Y座標	角度
現在位置	X	Y	θ

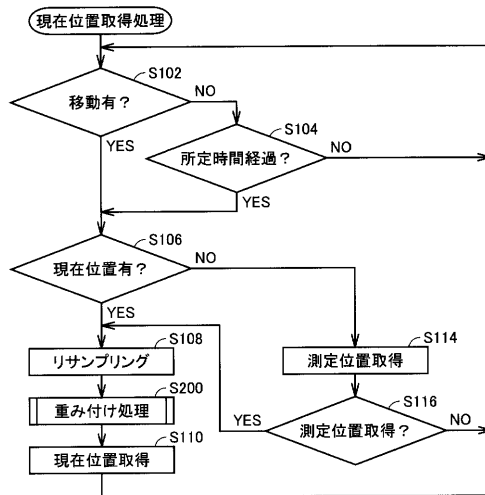
【図 1 2】

	W ₂	W ₂	...	W _n	...	W _{2N}
	Eval	8E-108 2.5E-14	...	Eval	...	Eval _N
	...	...	...	...	...	...
	P _{OUT}	0.01861	...	P _{OUTn}	...	P _{OUTN}
	P _{DIS}	0.01861	...	P _{DISn}	...	P _{DISN}
	P _{COM}	0.05761 0.01861	...	P _{COMn}	...	P _{COMN}
	P _{US}	0.000141	...	P _{USn}	...	P _{USN}
	θ_2	74.1875	...	θ_{2n}	...	θ_{2N}
	Y ₂	559.583	...	Y _{2n}	...	Y _{2N}
	X ₂	558.027	...	X _{2n}	...	X _{2N}
	W ₁	0.005	...	0.005	...	0.005
	θ_1	74.4135	...	θ_{1n}	...	θ_{1N}
	Y ₁	561.344	...	Y _{1n}	...	Y _{1N}
	X ₁	560.322	...	X _{1n}	...	X _{1N}
	バーティカル1	578.195	...	バーティカルn	...	バーティカルN

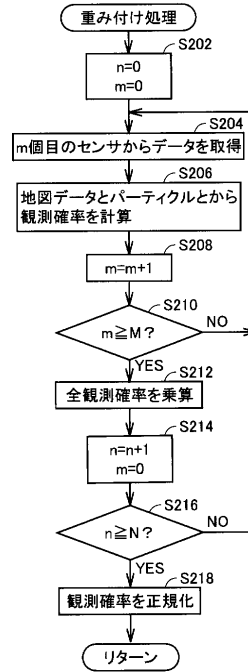
【図 1 4】



【図 15】



【図 16】



フロントページの続き

(74)代理人 100111246

弁理士 荒川 伸夫

(72)発明者 岡嶋 雅史

兵庫県尼崎市若王寺3丁目1番20号 関西電力株式会社研究開発室電力技術研究所内

(72)発明者 中津 良平

京都府京都市上京区千本通下立売上ル十四軒町395 マンハッタンファンタジー1404

(72)発明者 フロレン セルビラ

フランス、33510、アンデルノ・レ・バン、アブニュ・ドゥ・ボルドー、167

Fターム(参考) 3C007 CS08 JS01 KS12 KS36 KV11 KW06 KX02 WA12 WA16 WB21

5H301 AA02 AA10 BB14 DD07 DD17 GG08 GG17 GG24 GG28 GG29

KK02 KK03 KK08 KK18 KK19 LL08 LL12 LL14