

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4375320号  
(P4375320)

(45) 発行日 平成21年12月2日(2009.12.2)

(24) 登録日 平成21年9月18日(2009.9.18)

(51) Int.Cl. F I  
G05D 1/02 (2006.01) G05D 1/02 H

請求項の数 5 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2005-312141 (P2005-312141)	(73) 特許権者	000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(22) 出願日	平成17年10月27日(2005.10.27)	(74) 代理人	100100310 弁理士 井上 学
(65) 公開番号	特開2007-122304 (P2007-122304A)	(72) 発明者	松本 高斉 埼玉県比企郡鳩山町赤沼2520番地 株式会社日立製作所基礎研究所内
(43) 公開日	平成19年5月17日(2007.5.17)	(72) 発明者	守屋 俊夫 埼玉県比企郡鳩山町赤沼2520番地 株式会社日立製作所基礎研究所内
審査請求日	平成19年4月25日(2007.4.25)	(72) 発明者	矢野 和男 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 移動ロボット

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

入力された経路に基づいて、移動装置の経路を点列として設定する経路設定部と、  
前記移動装置から所定範囲の環境を計測する計測部と、  
前記計測部が計測した結果に基づいて、前記環境に存在する物体の存在領域を抽出する抽出部と、

前記経路設定部により設定された経路と、前記抽出部により抽出された物体の存在領域に基づいて、前記経路を構成する点列のうち、前記計測部の計測した前記所定範囲に含まれない部分および前記物体の存在領域に含まれる部分をなす点列を無効と判定する判定部と、

前記経路を構成する点列のうち前記判定部により無効と判定されなかった部分の点列の中から、前記経路の終端位置に近い点を前記移動装置の目標位置と決定する位置決定部と、

前記移動装置の現在位置から前記目標位置に前記移動装置が移動するよう移動経路を決定し、前記目標位置に到着前であっても前記移動装置が移動したことによって前記位置決定部により目標位置が変更されると、新たな前記目標位置に前記移動装置が移動するよう移動経路を変更する移動制御部を備え、

前記計測部の環境計測処理、前記抽出部の存在領域抽出処理、前記判定部の経路無効判定処理、前記位置決定部の目標位置決定処理、および前記移動制御部の移動経路決定処理を、前記移動装置が移動しながら前記経路の終端位置に到着するまで繰り返すことを特徴

とするシステム。

【請求項 2】

前記経路を構成する点には、識別子が割り振られ、

前記位置決定部は、前記経路を構成する点列のうち前記判定部により無効と判定されなかった部分の点列の中から、前記識別子に基づいて、前記目標位置とする点を決定することを特徴とする、請求項 1 記載のシステム。

【請求項 3】

前記識別子は、前記入力された経路の終端位置に近い点ほど大きな数値が割り当てられ、

前記位置決定部は、前記経路を構成する点列のうち前記判定部により無効と判定されなかった部分の点列の中から、割り振られた前記識別子の数値が大きい点を前記目標位置と決定することを特徴とする、請求項 2 記載のシステム。

10

【請求項 4】

前記入力された経路と、前記物体の存在領域と、前記移動装置が進むべき経路と、前記目標位置、のうち、少なくとも一つの画像を表示する表示部を更に備えることを特徴とする、請求項 1 記載のシステム。

【請求項 5】

プリンタを制御するプリンタ制御部を更に備え、

前記移動装置は、前記プリンタを搭載することを特徴とする、請求項 1 記載のシステム

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、自律移動するロボットに関する。

【背景技術】

【0002】

ロボットを自律移動させる技術において、ユーザが障害物に衝突しないような経路を予めPC画面上に描画する手法が提案されている（非特許文献 1 参照）。また、ユーザが大まかな経路を予めPC画面上に描画し、実際の環境に存在する交差点や T 字路等を表す目印をPC画面上に設定しておく手法が提案されている（非特許文献 2 参照）。

30

【0003】

【非特許文献 1】Myers G., Julia L. Cheyera, and Gherbi S., "Multimodal User Interface for Mobile Robots," Eleventh Annual Symposium on User Interface Software and Technology, 1998.

【非特許文献 2】及川一美, 土谷武士, "手書き地図を用いた通路状環境のオフライン教示手法," Vol.17, No.5, pp.100-109, 日本ロボット学会誌, 1999.

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

非特許文献 1 では、障害物に衝突しないような正確な経路の設定が必要である。一方、非特許文献 2 では、正確な経路は必要ないものの、目印の設定が必要となる。このように、従来技術の手法では、ロボットが存在する環境中の情報を予め詳細に設定しておく必要があり、ユーザにとって煩わしい、という課題がある。

40

【0005】

そこで、本発明の目的は、大まかに経路を入力するだけで、自律移動を行うことができるロボットを構築することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記課題を解決するために、本発明の望ましい態様の一つは次の通りである。

【0007】

50

本発明のシステムは、入力された経路に基づいて移動装置の経路を設定する経路設定部と、移動装置の存在する環境を計測する計測部と、計測部が計測した結果に基づいて環境に存在する物体の存在領域を抽出する抽出部と、経路設定部により設定された経路と抽出部により抽出された物体の存在領域に基づいて経路の有効性を判定する判定部と、判定部により無効と判定されなかった経路の中から移動装置が進むべき目標位置を決定する位置決定部と、目標位置に移動装置が移動するように制御する移動制御部を備える。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、大まかに経路を入力するだけで、自律移動を行うことができるロボットを構築することができる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

以下、実施形態について、図を用いて説明する。

【実施例1】

【0010】

図1は、本実施例のシステムのハードウェア構成を示す図である。

【0011】

本システムは、プログラムに基づいて処理を行うプロセッサ11、データを一時的に格納するメインメモリ12、記憶装置13、ユーザインタフェース(ディスプレイ、グラフィックボード、マウス、ロボット制御ボード、距離センサ制御ボード等)14、センサ15、プリンタ16、無線LAN17、及びこれらを接続する接続線18とから構成される。

20

【0012】

尚、本稿で扱うロボットとは、移動する装置であれば何でもよく、例えば、図1のシステム自体をロボットとしてもよいし、本システムを搭載する台車をロボットとしてもよい。また、ロボットの形態も、車両型、船舶型、脚型など、どのような形態を採用してもよい。

【0013】

記憶装置13には、OS31、全体の処理を制御する全体制御部32、ユーザの入力に基づいて経路の設定を行う経路設定部33、センサ15等の計測を制御する計測部34、障害物存在領域を抽出する抽出部35、ロボットの位置を推定する位置推定部36、ロボットの経路を決定する際に様々な判定を行う判定部37、ロボットの進むべき目標位置を決定する位置決定部38、目標位置に移動するようにロボットを制御する移動制御部39、生成された画像を表示する表示部40、生成された画像などの処理結果を保持する画像保持部41、プリンタ16を制御するプリンタ制御部42、環境のモデルを生成する環境モデル生成部43などの機能を備えるプログラムが格納されている。

30

【0014】

プロセッサ11は、以上のようなプログラムを記憶装置13からメインメモリ12にロードして、処理を実行する。しかし、これらプログラムの機能を、LSI等のハードウェアにより実現してもよい。また、これらの機能がハードウェアのみ、ソフトウェアのみ、またはそれらの組み合わせにより実現できることは、いうまでもない。更に、上記機能を実現するためのプログラムやセンサの計測値などのデータは、CD-ROM等の記憶媒体から移してもよいし、ネットワーク経由で他の装置からダウンロードしてもよい。

40

【0015】

以上のハードウェアやソフトウェアは、実施形態に応じて、取捨選択することができる。

【0016】

センサ15は、レーザ距離センサ(レーザを水平、もしくは鉛直に走査することで計測を行う)、赤外線センサ、超音波センサ、カメラ等、障害物までの距離と方位が計測できるものであれば何を用いてもよい。また、本実施例では、未知環境を自律移動する車輪型移動ロボットを想定しているが、センサをロボット以外の車両や船舶などに取り付けても

50

よい。更に、センサの走査範囲は、何度であってもよい。

【0017】

接続線18は、図1の構成要素をそれぞれ接続するものであれば、何でもよい。

【0018】

図2は、ロボット制御のフローを示す図である。以下、図2の処理を、図3～6を用いながら説明する。尚、以下、経路設定部等の機能モジュールがハードウェアであるかのように説明するが(機能モジュールを処理主体とする)、該機能がソフトウェアで実現される場合の主体は、プログラムを実行するプロセッサ11であることはいうまでもない。

【0019】

まず、ユーザが、経路設定画面(図3参照)上でロボットが進むべき経路を、マウスなどのポインティングデバイスを用いて、大まかに入力する。303が入力された経路を示す。尚、ユーザは、ロボットのアイコン301を、画面上で操作することでロボットの初期位置と姿勢を設定してもよい。

【0020】

経路設定部33は、ユーザの入力に基づいてロボットが経路すべき経路を複数の点302で設定し(例えば、302-1には1、302-2には2、のように、各点に整数値などの識別子を割り振る)、複数の点の間を補間する点列303を生成する(ステップ202)。この点列は、ロボットの初期位置304、経路の終端位置305、及び、複数の点302からなる情報であり、メインメモリ12に格納される。

【0021】

次に、計測部34の制御により、センサ15が環境の計測を行う(ステップ202)。未知環境で障害物の位置を計測する様子を図4に示す。ロボットは初期位置304において、範囲402についてレーザの走査を行い、実際の環境に存在する障害物403までの距離と方位からなるセンサデータが得られたとする。このセンサデータにより、障害物に対してレーザが当たった位置が点404のように求められる。

【0022】

次に、抽出部35は、障害物存在領域を抽出する(ステップ203)。具体的には、計測により得られた点404を膨張させた円形の領域501(図5)を障害物の存在領域として算出し、画像として記録する。尚、点を膨張させるときはロボットの大きさを基準とする膨張率を予め設定しておく。この画像に、ユーザに入力された経路情報を描画すると、図5の画像が得られる。図5は、現在のロボットの位置から観測される障害物の存在する領域とユーザが設定した経路の位置関係を示している。

【0023】

次に、位置推定部36は、ロボットの位置推定を行う(ステップ204)。ここで、位置推定とは、ロボットの初期位置を原点とする座標系(以下:初期位置座標系)におけるロボットの位置・姿勢を推定することである。ロボットの位置推定は、連続して得られたセンサデータ間の幾何的な特徴が最も重なるようなデータ間の相対位置姿勢を求め、これを積算することによって求められる(特願2004-142336参照)。

【0024】

次に、判定部37は、経路の有効性を判定する。具体的には、まず、判定部37は、経路においてセンサの計測範囲外の部分をなす点列506を無効と判定する(ステップ205)。次に、障害物存在領域に含まれる部分をなす点列504を無効と判定する(ステップ206)。

【0025】

次に、位置決定部38は、ロボットの目標位置を決定する(ステップ207)。具体的には、前ステップにおいて無効と判定されなかった(即ち、有効と判定された)点列の中から、識別子が最も大きい点を終端地点に最も近い点とみなして目標位置503とする。図5で説明すると、センサの範囲内で有効な点列は507(ユーザが入力した経路303の中の、ロボットの現在位置から目標位置503までの線)のみであるから、点列507の中で最も識別子が大きい点である503に向かって、線502(初期位置304と目標

10

20

30

40

50

位置503を結ぶ線分)に沿って移動する。但し、例えば、図5において、センサの範囲が非常に広く、ユーザの入力した経路が全て含まれるような場合には、識別子が最も大きい点は508となるため、508を目標位置と設定し、508に向かって、線509(初期位置304と目標位置503を結ぶ線分)に沿って移動する。

【0026】

次に、移動制御部39は、目標位置503に移動するようにロボットを制御する(ステップ208)。

【0027】

次に、表示部40は、ユーザに入力された経路を描画した画像、及びステップ203により得られた画像に基づいて、目標位置503を画面に表示する(ステップ209)。

10

【0028】

以上の処理を繰り返すことで、目標位置をロボットの移動に伴って決定しながら終端位置に向かうように移動する。

【0029】

判定部37は、ロボットが終端位置に到着したか否かを判定し(ステップ210)、終端位置に到着していない場合は一連の処理を繰り返し、終端位置に到着した場合は、処理を終了する。

【0030】

図6は、ロボットが目標位置を決定しながら移動している様子を示す図である。

【0031】

20

ロボットが初期位置304にいる時点では、目標位置は503である。従って、線502に沿って移動する。しかし、ロボットが移動するにつれて、センサの範囲も前方に移行する。そして、606の位置まで移動すると、センサは、503より識別子の大きい点601をとらえる。従って、この時点で、目標位置を601に変更し、601に向かって、線604に沿って移動する。更に、605の位置まで移動すると、センサは、601より識別子の大きい点602をとらえる。従って、この時点で、目標位置を602に変更し、602に向かって、線603に沿って移動する。このようにして、終端位置305に移動することになる。

【0032】

本実施例によれば、経路をユーザが大まかに指定しただけで、その経路が障害物存在領域を通るような経路であっても、その障害物に衝突せずに終端位置に移動するようにロボットを制御でき、未知環境を自律移動する車両や船舶、あるいは自動掃除機などへの応用が期待できる。

30

【実施例2】

【0033】

実施例2では、プリンタを搭載したロボットについて説明する。

【0034】

ユーザは、無線LAN17により、ロボット上のユーザインタフェースに限らず、遠隔のPCなどのユーザインタフェースを用いて、経路設定を行うこともできる。これは、画面を遠隔のPCに表示するリモートデスクトップ技術による実装、または、GUIをホームページ(以下:HP)として遠隔のPCから操作可能とする実装などにより実現される。

40

【0035】

例えば、オフィスで働く複数のユーザの各座席間の移動経路を予め作成しておくとする。この時、無線LAN17を介して、あるユーザからプリントアウトを指示されると、プリンタ制御部42は、プリントアウトを開始する。それに伴い、ロボットは、現在位置からプリントアウトを指示したユーザの座席までの移動を開始する。これにより、プリントアウトを、ロボットの移動と並行して行うことができる。

【0036】

本実施例によれば、遠隔からの操作により、物体の単純な搬送だけでなく、ロボットの移動と並行したロボット以外の機器の制御が可能となり、例えばコーヒーを沸かしながら

50

指定した座席まで運んでくるロボットなどへの応用が期待できる。

【実施例 3】

【0037】

実施例 3 では、収集した環境情報を遠隔のユーザに表示するシステムについて説明する。

【0038】

図 7 は、ロボットの外観を示す図である。台車 711 上に、カメラ 705、レーザ距離センサ 708、710、赤外線センサ 701、超音波センサ 702、マイク 704、スピーカ 703 が取り付けられている。これらは雲台部分 706、707、709 によってパン・チルトと高さの調節が可能となっている。また、レーザ距離センサ 708 は鉛直方向に走査するレーザ 712 によって鉛直方向の障害物の幾何形状を、レーザ距離センサ 710 は水平方向に走査するレーザ 713 によって水平方向の障害物の幾何形状をそれぞれ計測する。

10

【0039】

このようなロボットをオフィスや工場などに配置し、ユーザが大まかな経路を与える。これはロボットに搭載した PC 画面上でも、遠隔の PC 画面上でもよい。計測部 44 は、レーザ距離センサ 708、710、カメラ 705、赤外線センサ 701、超音波センサ 702、マイク 704 等の計測を制御する。

【0040】

計測により得られたセンサデータ（以下：マルチセンサデータ）のうち、水平方向に走査するレーザ距離センサのマルチセンサデータを用いて、実施例 1 と同様にロボットの位置と姿勢を求めておき、この位置・姿勢と時刻をマルチセンサデータに付加して、メインメモリ 12 と記憶装置 13 に記録する。記録されたデータにより、ロボットがいつ、どこで、どのようなマルチセンサデータを取得したかが容易に分かるようになる。

20

【0041】

環境モデル生成部 43 は、環境モデルを生成する。ここで、環境モデルとは、記録されたマルチセンサデータを 3 次元幾何モデル上に付加したものを示す。3 次元幾何モデル生成のため、推定されたロボットの位置・姿勢と雲台の位置・姿勢から、レーザ距離センサのセンサデータをなす各点の初期位置座標系での位置を求める。これにより、鉛直方向に走査したレーザ距離センサ 708 のセンサデータが初期位置座標系を基準とする 3 次元空間にプロットされる。同様に赤外線センサ 701 と超音波センサ 702 によるセンサデータも同じ 3 次元空間にプロットする。カメラ 705 の画像データはレーザ距離センサ 708 による 3 次元モデルに対してテクスチャとして貼り付けられ、またマイクの音声データはプロットせずに、ロボットの位置・姿勢から辿ることが可能なデータ構造で保持しておく。以上により、環境モデルが生成される。

30

【0042】

このように生成された領域の環境モデルは、例えばこれがビル内のオフィスであればビルのモデルから辿れるようにしておく。ここでは、ウェブ上の HP でビルを検索して、ビルからオフィスの環境モデルを参照する例を以下で説明する。

【0043】

図 8 は、ウェブブラウザに表示された HP の画面を示す図である。

40

【0044】

画面には世界地図 801 とキーワード検索用入力欄 808 が表示されている。この世界地図を始め、以下に出てくる地図は 3 次元幾何モデルに衛星や航空機による実写画像をテクスチャとして貼り付けたものを想定する。

【0045】

日本国内にある A 社ビルのオフィスの環境モデルを参照する場合、ユーザは、世界地図から、日本 802 を選択する。これにより日本が拡大して表示される（803）。この地図上で関東地方 804 を選択すると、関東地方が拡大して表示される（805）。この中で A 社ビルを選択するとテクスチャの貼られた 3 次元モデルが表示される（806）。更

50

に、このビルの3次元モデル上で特定の部屋を指定すると、部屋のモデルが表示される(807)。

【0046】

上記のように画像上で表示したいモデルを選択する他に、予めモデルに名前を登録しておくことで、キーワード検索も可能とする。この場合、キーワード検索用入力欄808に国名やビル名などを入力することで検索を行う。図8のように国名とビル名を指定したときは、ビル名より806の環境モデルが表示される。表示された環境モデルは入力デバイスの操作によって視点位置と方向の変更、拡大縮小などが可能である。

【0047】

環境モデルを表示した際に、その環境にロボットが存在するときはロボットのCGモデル809が表示される。このロボットに対しては、実施例1で示した経路設定によって移動を指示できる。

10

【0048】

このように、環境モデルがまだ作られていない領域にロボットを移動させることで、新たな環境のマルチセンサデータを取得し、環境モデルを生成することができる。新たに生成された環境モデルは、ウェブ上で参照できる。また、ロボットに搭載されたカメラ705による画像801が表示され、ユーザは環境の実写画像を見ることができる。

【0049】

以上の操作は、PC、テレビ、携帯電話、PDA、プロジェクタなどで表示された画面上で行われる。特にプロジェクタによる画面の表示では、複数のプロジェクタを用いた平面または非平面(円筒面、球面)のスクリーンへの投影によって、高解像度・広視野角な画像を表示できる。

20

【0050】

尚、汎用のウェブブラウザによって環境モデルを参照する例を示したが、専用のビューワソフトウェアによって同様の結果を得ることもできる。

【図面の簡単な説明】

【0051】

【図1】システムのハードウェア構成を示す図。

【図2】ロボット制御のフローを示す図。

【図3】経路設定画面を示す図。

30

【図4】障害物の位置を計測する様子を示す図。

【図5】障害物の存在しうる領域とユーザが入力した経路の位置関係を示す図。

【図6】ロボットが目標位置を決定しながら移動する様子を示す図。

【図7】ロボットの外観を示す図。

【図8】ウェブブラウザに表示されたHPの画面を示す図。

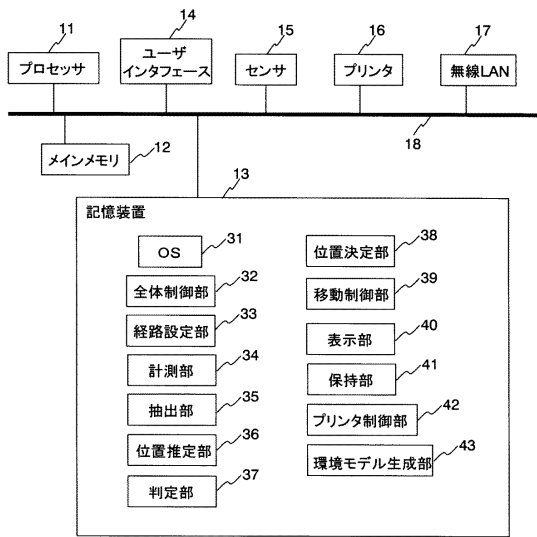
【符号の説明】

【0052】

11...CPU、12...メインメモリ、13...記憶装置、14...ユーザインタフェース、15...センサ

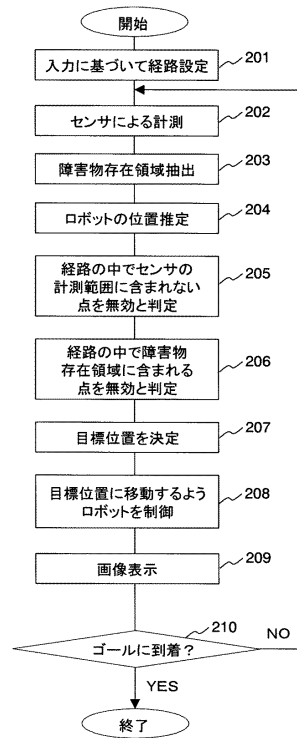
【図1】

図1



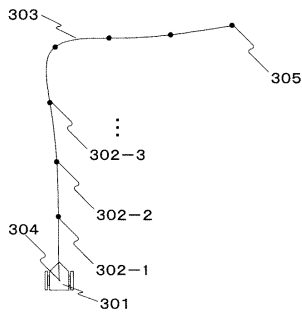
【図2】

図2



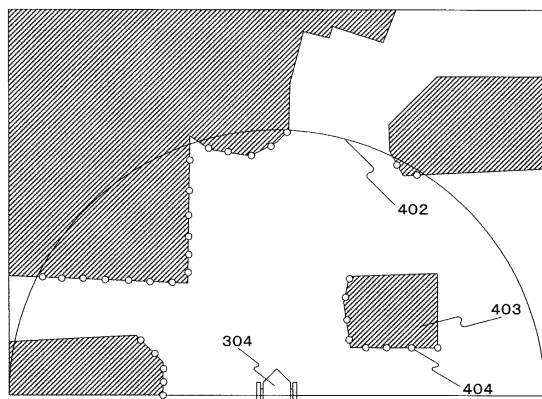
【図3】

図3



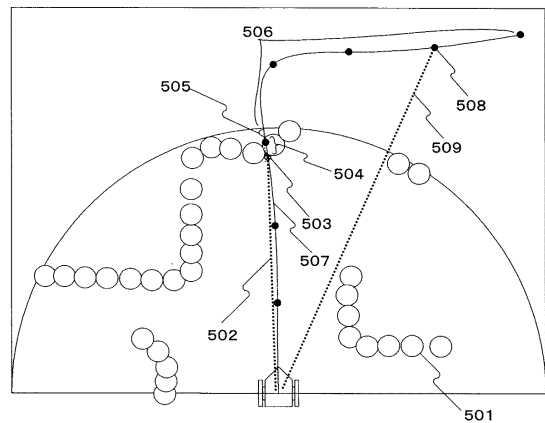
【図4】

図4



【図5】

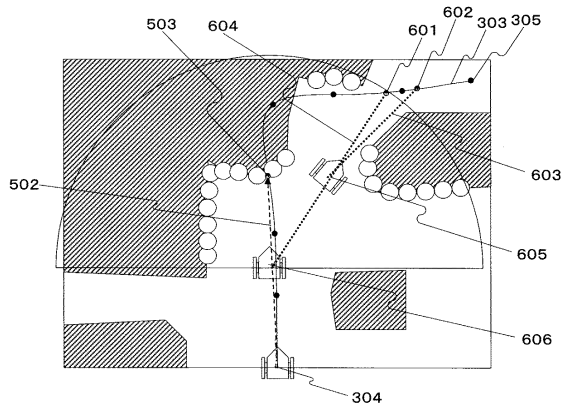
図5





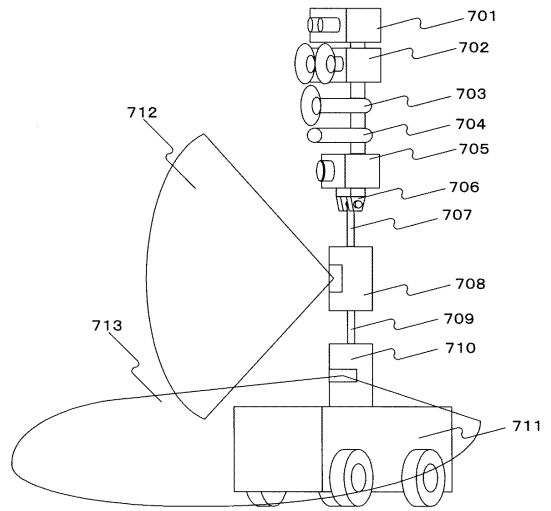
【図6】

図6



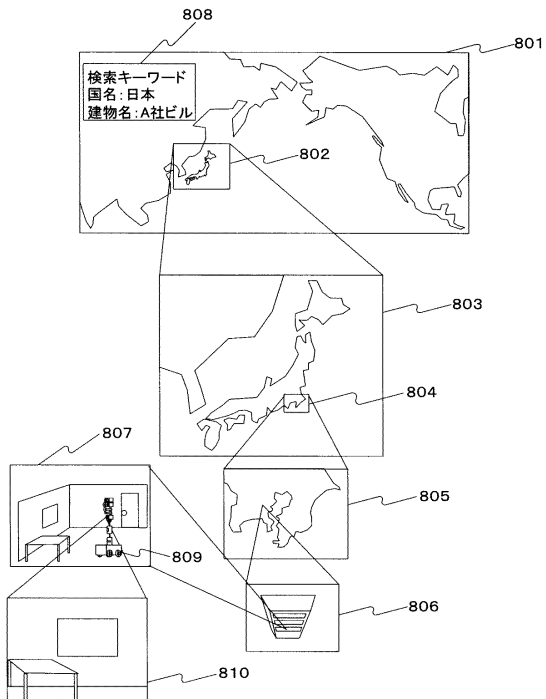
【図7】

図7



【図8】

図8



---

フロントページの続き

審査官 佐藤 彰洋

- (56)参考文献 特開2005-050105(JP,A)  
特開昭63-316218(JP,A)  
特開2003-050559(JP,A)  
特開2003-029833(JP,A)  
特開昭62-034784(JP,A)  
特開平11-194822(JP,A)  
特開昭61-240306(JP,A)  
特開2004-126983(JP,A)  
特開2001-125646(JP,A)  
特開平06-031657(JP,A)  
特開平11-249734(JP,A)  
特開平10-333746(JP,A)  
特開平07-129238(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G05D 1/00 - 1/02  
B25J 5/00