

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

特許第3411529号
(P3411529)

(45) 発行日 平成15年6月3日(2003.6.3)

(24) 登録日 平成15年3月20日(2003.3.20)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

B 2 5 J 19/06

B 2 5 J 19/06

5/00

5/00

E

G 0 5 D 1/02

G 0 5 D 1/02

S

請求項の数 3 (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平11-311763

(22) 出願日 平成11年11月2日(1999.11.2)

(65) 公開番号 特開2001-129787(P2001-129787A)

(43) 公開日 平成13年5月15日(2001.5.15)

審査請求日 平成13年1月17日(2001.1.17)

(73) 特許権者 393031586
株式会社国際電気通信基礎技術研究所
京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2

(72) 発明者 今井 倫太
京都府相楽郡精華町大字乾谷小字三平谷
5番地 株式会社エイ・ティ・アール知
能映像通信研究所内

(72) 発明者 小野 哲雄
京都府相楽郡精華町大字乾谷小字三平谷
5番地 株式会社エイ・ティ・アール知
能映像通信研究所内

(74) 代理人 100090181
弁理士 山田 義人

審査官 高田 元樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 自律移動ロボット

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 移動経路上にある障害物を検出する検出手段、

前記検出手段によって検出された検出障害物が第1メモリに予め記憶された所定障害物であるかどうかを判断する第1判断手段、

前記第1判断手段によって前記所定障害物ではないと判断したときのみ周囲に人が存在するかどうかを判断する第2判断手段、および

前記第2判断手段によって人が存在すると判断したときのみ音声ヘルプメッセージを発生する手助け要求手段を備える、自律移動ロボット。

【請求項2】 前記第1判断手段は前記検出障害物を前記複数の所定障害物と比較して判断を行う、請求項1記載の自律移動ロボット。

2

【請求項3】 前記複数の所定障害物に対応する複数の回避プログラムを記憶した第2メモリ、および前記検出障害物がいずれかの前記所定障害物であるとき前記検出障害物に対応する回避プログラムを前記第2メモリから読み出して回避行動を行う回避手段をさらに備える、請求項2記載の自律移動ロボット。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、自律移動ロボットに関し、特にたとえば、ペットロボット、介護ロボット、掃除ロボットなどに適用され、障害物を回避しながら移動する、自律移動ロボットに関する。

【0002】

【背景の技術】 無人工場などにおいて、ロボットが工場内を動き回り、部品を搬送している。この中には、床上

10

に表示されたマークに従って移動する単純なロボットもあれば、カメラや超音波センサを使って周囲の状況を認識しながら所定の行動をとる自律的なロボットもある。また、自律型ロボットは、通常のオフィスビル内で掃除ロボットや資料配達ロボットとしての利用も検討されており、さらに一部では実際に利用されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、自律型ロボットには行動命令を予め与えておく必要があり、かつ全ての事態を想定して行動命令を設定するのは不可能に近い。つまり、普段は障害物が何もないはずの廊下に大きな段ボール箱が放置され、ロボットの進行を妨げている場合、ロボットは段ボール箱を押して通路から片付けることもできるが、段ボール箱はその場から移動してはならないものなのかも知れない。このため、ロボットに与える行動命令としては、単純な「進行を妨げるものがあれば押して片付ける」では不十分である。このように、全ての事態に対処できる完全な行動命令を予め用意しておくことは実際には不可能である。

【0004】それゆえに、この発明の主たる目的は、あらゆる事態を想定した行動命令を用意することなく事態の解決を図ることができる、自律移動ロボットを提供することである。

【0005】

【課題を解決するための手段】この発明は、移動経路上にある障害物を検出する検出手段、検出手段によって検出された検出障害物が第1メモリに予め記憶された所定障害物であるかどうかを判断する第1判断手段、第1判断手段によって所定障害物ではないと判断したときのみに周囲に人が存在するかどうかを判断する第2判断手段、および第2判断手段によって人が存在すると判断したときのみに音声ヘルプメッセージを発生する手助け要求手段を備える、自律移動ロボットである。

【0006】

【作用】移動経路上にある障害物が検出手段によって検出され、この検出障害物が所定障害物であるかどうか第1判断手段によって判断される。第1判断手段が障害物を所定障害物ではないと判断したとき、つまり未知の障害物に遭遇したとき、周囲に人が存在するかどうか第2判断手段によって判断される。第2判断手段によって人の存在が判断されると、手助け要求手段が音声ヘルプメッセージを発生する。

【0007】

【0008】この発明のある実施例では、第2判断手段は、検出障害物が所定障害物でないとき、人の存在を判断する。好ましくは、複数の前記所定障害物が第1メモリに記憶され、第1判断手段は、検出障害物を複数の所定障害物と比較して判断を行う。また、複数の所定障害物に対応する複数の回避プログラムが第2メモリに記憶される。検出障害物がいずれかの所定障害物である場

合、回避手段は、検出障害物に対応する回避プログラムを第2メモリから読み出して回避行動を行う。

【0009】

【発明の効果】この発明によれば、自律移動ロボットが未知の障害物に遭遇したとき周囲に人が存在するかどうかを判断し、人が存在するときに手助けを要求するようにしたため、あらゆる事態を想定した行動命令を用意することなく事態の解決を図ることができる。

【0010】この発明の上述の目的、その他の目的、特徴および利点は、図面を参照して行う以下の実施例の詳細な説明から一層明らかとなろう。

【0011】

【実施例】図1は、この発明の一実施例の自律移動ロボット10を示す正面図である。この図1を参照して、この実施例の自律移動ロボット（以下、単に「ロボット」という。）10は、本体ないし筐体12を含み、筐体12の下部に軸16で回転可能に車輪14が設けられる。この車輪14すなわち軸16がモータ36（図2）によって駆動され、これによってロボット10が任意の方向に移動できる。

【0012】なお、図示は省略しているが、左右の車輪を独立して制御できるような動力伝達機構、たとえばデファレンシャルギアなどが軸16または車輪14に関連して組み込まれている。また、左右の車輪14を独立制御するために、モータは2つ用いられてもよい。このような駆動系自体に特徴がある訳ではないので、駆動系の構成は他に考えられる。

【0013】筐体12は平面ほぼ矩形に形成され、その4つの側面には超音波センサ18が配置される。各超音波センサ18は送波器と受波器との組合せであり、超音波が送波器から出力されてから超音波が受波器によって受信されるまでの時間を後述のマイクロコンピュータ26（図2）に出力する。マイクロコンピュータ26は、超音波センサ18からの時間データによって部屋内でのロボット10の位置や障害物の存在等を検出する。筐体12の前には、たとえばCCDカメラを有するイメージセンサ20が設けられる。イメージセンサ20は、CCDカメラによって前方の物体を撮影し、撮影画像データをマイクロコンピュータ26に出力する。

【0014】筐体12の上面には、熱線を検知するIRセンサ22が設けられる。周囲に熱源（たとえば人間や動物）が存在する場合、検知データがIRセンサ22からマイクロコンピュータ26に出力され、マイクロコンピュータ26は、この検知データによって周囲に熱源が存在することを認識する。筐体12の上面にはまた、スピーカ24が設けられる。スピーカ24は、マイクロコンピュータ26によって生成された合成音声データを取り込み、対応する合成音声を発する。

【0015】図2を参照して、図1の筐体12内にはマイクロコンピュータ26が設けられる。図2では1つの

マイクロコンピュータ 2 6 が図示されているが、必要に応じて、複数のマイクロコンピュータを設けて、それぞれに画像処理、音声処理、駆動制御等のタスクを分担させるようにしてもよい。しかしながら、ここでの説明では、便宜上、1 つまたは複数のマイクロコンピュータをマイクロコンピュータ 2 6 で代表させる。

【0 0 1 6】マイクロコンピュータ 2 6 は、図 1 を参照して説明した超音波センサ 1 8、イメージセンサ 2 0 および IR センサ 2 2 からの入力を受けるとともに、スピーカ 2 4 に合成音声データを与える。図 1 では図示しなかったが、ロボット 1 0 にはさらにエンコーダ 3 2 およびコンパス 3 4 が設けられる。エンコーダ 3 2 は左右の車輪 1 4 に個別に設けられ、各車輪 1 4 の回転数に応じた数のパルス信号をマイクロコンピュータ 2 6 に入力する。マイクロコンピュータ 2 6 では、各エンコーダ 3 2 からのパルス信号をカウントしてロボット 1 0 が移動している速度や刻々変化する位置を計算する。コンパス 3 4 はロボット 1 0 の方位（移動方向）を知るためのものである。

【0 0 1 7】ここで、発明者等がロボット 1 0 の実験に使った部屋は、図 3 に示すように、4 m 四方のほぼ正方形の部屋で、部屋の中は 4 つのブロックに分割されている。ドアの部分がスタートで、対角の位置にゴール（目標位置）が設定されている。この部屋の地図データはマイクロコンピュータ 2 6 の RAM 3 0 に予め記憶されており、ロボット 2 6 は、地図データと上述のエンコーダ 3 2 およびコンパス 3 4 からの入力とによって、現在位置を知ることができる。RAM 3 0 にはまた、移動経路データが記憶されており、ロボット 1 0 は、この移動経路データに従って部屋の中を移動する。記憶された移動経路は、図 2 に矢印で示される。一方、ROM 2 8 には、自律移動のためのメインプログラムが記憶されているほか、複数の障害物の画像データおよび各障害物に対応する複数の回避プログラムが記憶されている。

【0 0 1 8】マイクロコンピュータ 2 6 は、具体的には ROM 2 8 に記憶された図 4 に示すフロー図を処理する。まずステップ S 1 で超音波センサ 1 8 から時間データを取り込み、障害物に遭遇したかどうか判断する。図 3 に示すようにロボット 1 0 の移動経路上に障害物 3 8 がある場合、時間データの値は、ロボット 1 0 が障害物 3 8 にぶつかる手前で所定の閾値を下回る。このとき、マイクロコンピュータ 2 6 はステップ S 1 で YES と判断し、ステップ S 3 に進む。一方、時間データが所定の閾値以上のときは、ステップ S 7 で移動経路データに従って所定距離だけ移動し、その後処理を終了する。

【0 0 1 9】ステップ S 3 では、遭遇した障害物 3 8 の撮影画像データをイメージセンサ 2 0 から取り込み、この障害物 3 8 が ROM 2 8 に登録済みの障害物であるか未知の障害物であるかを判断する。具体的には、撮影された障害物 3 8 の画像を予め登録された複数の障害物の

画像と比較して判断を行う。ここで、障害物 3 8 が登録済みのものであればステップ S 5 に進み、この障害物 3 8 に対応する回避プログラムに従った回避行動を行う。つまり、ROM 2 8 から障害物 3 8 に対応する回避プログラムを読み出し、この回避プログラムを処理する。回避行動を終えると、マイクロコンピュータ 2 6 はステップ S 7 で所定距離だけ移動し、処理を終了する。

【0 0 2 0】障害物 3 8 が予め登録された障害物と異なる場合（未知の障害物の場合）、マイクロコンピュータ 2 6 はステップ S 9 に進み、ロボット 1 0 と同じブロックに人間がいるかどうか判断する。具体的には、まず IR センサ 2 2 から検知信号を取り込み、取り込んだ検知信号に基づいて近くに熱源が存在するかどうか判断する。ここで、熱源が存在しなければ、ステップ S 1 3 で処理を中断し、所定時間経過してからステップ S 9 に戻る。一方、熱源が存在すれば、次はこの熱源の方向を向き、熱源の撮影画像データをイメージセンサ 2 0 から取り込む。撮影画像データが取り込まれると、この撮影画像から熱源の画像を抽出し、さらに抽出した熱源の画像から肌色領域を検出する。そして、検出した肌色領域のデータに基づいて、熱源が人間であるかどうか判断する。

【0 0 2 1】熱源が人間でない場合（たとえば動物の場合）も、マイクロコンピュータ 2 6 は、ステップ S 1 3 に進み、所定時間だけ処理を中断してからステップ S 9 に戻る。一方、熱源が人間である場合、マイクロコンピュータ 2 6 はステップ S 9 からステップ S 1 1 に進み、スピーカ 2 4 から合成音声によるヘルプメッセージを発する。ここで、ヘルプメッセージとしては、「助けて下さい。」のような漠然としたメッセージや、「前方の障害物をどけてください。」のような具体的なメッセージが考えられる。ヘルプメッセージの出力を終えると、ステップ S 1 に戻る。

【0 0 2 2】このように、熱源が近くにいるか、熱源があってもその熱源が人間でなければステップ S 1 3 および S 9 の処理が繰り返される。この結果、ロボット 1 0 は障害物 3 8 の手前で停止し続ける。一方、熱源が近くに存在し、かつこの熱源が人間であれば、ヘルプメッセージによって人間に手助けを要求する。ヘルプメッセージに回答して人間が障害物 3 8 を取り除いてやると、マイクロコンピュータ 2 6 はステップ S 1 で NO と判断し、ステップ S 7 で移動経路データに従って所定距離だけ移動する。そして、処理を終了する。マイクロコンピュータ 2 6 は以上のようなフロー図の処理を繰り返し行い、これによって、ロボット 1 0 は移動経路に沿ってゴールに向かう。

【0 0 2 3】この実施例によれば、遭遇した障害物が登録済みの障害物であればその障害物に対応する回避プログラムに従って回避行動を行い、遭遇した障害物が登録されていない未知の障害物であれば周囲の人に手助けを

要求するようにしたため、あらゆる事態を想定した回避プログラムを用意することなく事態の解決を図ることができる。

【0024】ただし、ロボットが近くにいる人間に助けを求める場合、単にロボットがメッセージを発するだけでは人間は注意を払いにくく、注意を払っても助けるといふ行動まで至らないことが多い。このような問題を解決する方法として、いわゆるアイキャッチのような人間の気を引き付ける行動をとることが考えられる。たとえば、障害物によって移動を妨げられたときに、手で頭を抱えて首を振るなどの大げさな行動を行う場合である。

【0025】しかし、ロボットが急に人の気を引くような行動をしても、逆に怖がられたりするおそれがある。このような問題は、普段から周囲の人間との間で違和感のない関係を作っておくことで解決できる。具体的には、以下に述べる方法で周囲の人間と良好な関係を築いておけばよい。

【0026】ロボットは、普段から、すれ違う人間に誰彼となく挨拶する。もし、すれ違う人間が無線バッジのようなID装置を携帯していれば、相手の名前を呼んで挨拶する。また、「おはようございます、さん。」や「さん、こんばんは。」というように、挨拶の内容を時間によって変化させる。さらに、ロボットが助けを必要とする場合に、近くにいる人間の名前が特定できれば、ロボットはその人間の名前を呼んで助けを求める。また、助けてもらった人の名前が特定できる場合に、助けてもらった回数を名前毎にカウントする。

【0027】助けを求めた相手がロボットの要求を理解*

*できず助けが得られない場合、ロボットは、過去に最も多く助けてもらった人の名前を発して、その人に連絡してもらう。ロボットが発する名前の初期値は、ロボットの製作者であってもよい。ロボットの要求を理解できなかった人は、ロボットが発した名前の人を呼んできてその人の手助けの様子を観察すれば、どのような手助けが必要だったかを理解でき、次回から自分で手助けできる。

【図面の簡単な説明】

10 【図1】この発明の一実施例のロボットを示す正面図解図である。

【図2】図1実施例のロボットの構成を示すブロック図である。

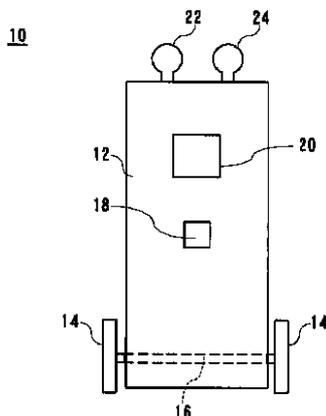
【図3】実験に用いた部屋の概要を示す図解図である。

【図4】図1実施例の動作の一部を示すフロー図である。

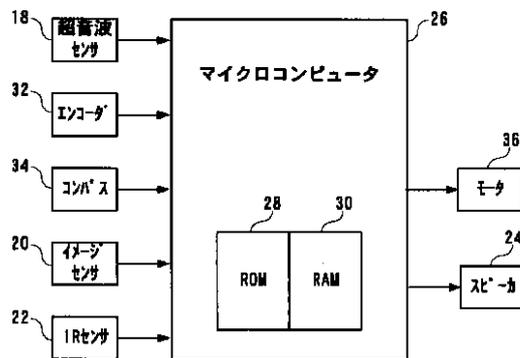
【符号の説明】

- 10...ロボット
- 14...車輪
- 18...超音波センサ
- 20...イメージセンサ
- 22...IRセンサ
- 24...スピーカ
- 26...マイクロコンピュータ
- 32...エンコーダ
- 34...コンパス
- 36...モータ

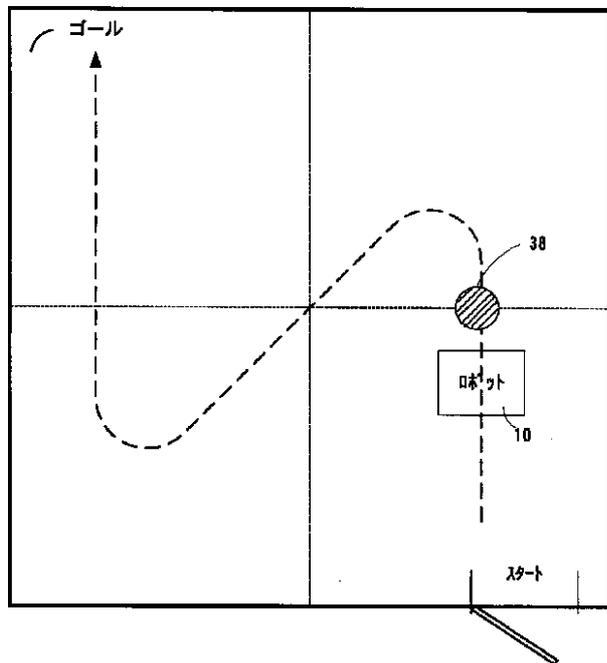
【図1】



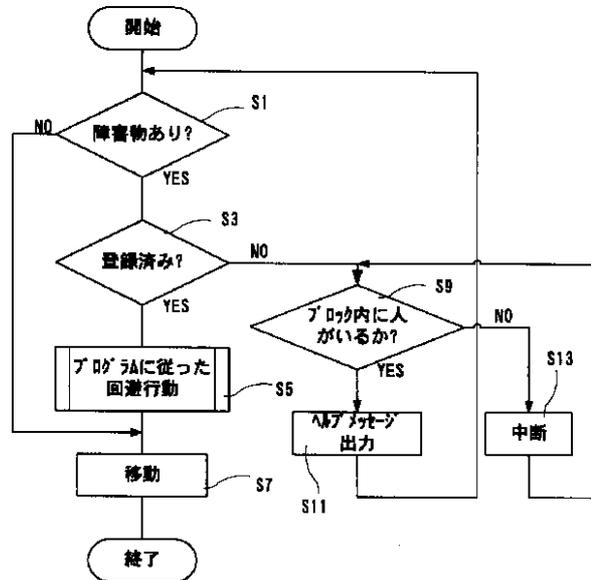
【図2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

- (72)発明者 高田 司郎
京都府相楽郡精華町大字乾谷小字三平谷
5番地 株式会社エイ・ティ・アール知
能映像通信研究所内
- (72)発明者 石黒 浩
京都府相楽郡精華町大字乾谷小字三平谷
5番地 株式会社エイ・ティ・アール知
能映像通信研究所内
- (72)発明者 西村 竜一
京都府相楽郡精華町大字乾谷小字三平谷
5番地 株式会社エイ・ティ・アール知
能映像通信研究所内
- (72)発明者 野間 春生
京都府相楽郡精華町大字乾谷小字三平谷
5番地 株式会社エイ・ティ・アール知
能映像通信研究所内
- (72)発明者 杉原 敏昭
京都府相楽郡精華町大字乾谷小字三平谷
5番地 株式会社エイ・ティ・アール知
能映像通信研究所内

- (72)発明者 宮里 勉
京都府相楽郡精華町大字乾谷小字三平谷
5番地 株式会社エイ・ティ・アール知
能映像通信研究所内
- (72)発明者 中津 良平
京都府相楽郡精華町大字乾谷小字三平谷
5番地 株式会社エイ・ティ・アール知
能映像通信研究所内
- (56)参考文献 特開 平 9 - 185412 (J P , A)
特開 平 2 - 230409 (J P , A)
特開 昭 57 - 25001 (J P , A)
特開 昭 59 - 195175 (J P , A)
特公 平 7 - 44911 (J P , B 2)
- (58)調査した分野(Int.Cl.⁷, D B名)
B25J 19/06
B25J 5/00
G05D 1/00