

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4849244号  
(P4849244)

(45) 発行日 平成24年1月11日(2012.1.11)

(24) 登録日 平成23年10月28日(2011.10.28)

(51) Int. Cl.	F I
B 2 5 J 13/00 (2006.01)	B 2 5 J 13/00 Z
B 2 5 J 5/00 (2006.01)	B 2 5 J 5/00 A
	B 2 5 J 5/00 E

請求項の数 4 (全 17 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2006-338478 (P2006-338478)</p> <p>(22) 出願日 平成18年12月15日(2006.12.15)</p> <p>(65) 公開番号 特開2008-149399 (P2008-149399A)</p> <p>(43) 公開日 平成20年7月3日(2008.7.3)</p> <p>審査請求日 平成21年10月29日(2009.10.29)</p> <p>(出願人による申告)平成18年4月1日付け、支出負担行為担当官 総務省大臣官房会計課企画官、研究テーマ「ネットワーク・ヒューマン・インターフェースの総合的な研究開発(ネットワークロボットの技術)」に関する委託研究、産業活力再生特別措置法第30条の適用を受ける特許出願</p>	<p>(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</p> <p>(74) 代理人 100090181 弁理士 山田 義人</p> <p>(72) 発明者 光永 法明 京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 株式会社国際電気通信基礎技術研究所内</p> <p>(72) 発明者 神田 崇行 京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 株式会社国際電気通信基礎技術研究所内</p> <p>(72) 発明者 石黒 浩 京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 株式会社国際電気通信基礎技術研究所内</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
--	---

(54) 【発明の名称】 移動ロボットおよび移動速度推定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

人間と一緒に移動する移動ロボットであって、  
前記人間と一緒に移動しているときに移動速度を変更する移動速度変更手段、  
前記移動速度変更手段によって変更された移動速度毎に、前記人間との進行方向における距離を検出する距離検出手段、  
前記移動速度の変化に対する前記人間との進行方向における距離の変化度が所定値以下の区間の移動速度を当該人間に適した移動速度と推定する希望速度推定手段、および  
前記希望速度推定手段によって推定された前記人間に適した移動速度で移動する移動手段を備える、移動ロボット。

【請求項2】

前記距離検出手段は、前記人間との進行方向における距離に代えて、前記人間との直線距離を検出し、  
前記希望速度推定手段は、前記移動速度の変化に対する前記人間との直線距離の変化度が所定値以下の区間の移動速度を当該人間に適した移動速度と推定する、請求項1記載の移動ロボット。

【請求項3】

人間と一緒に移動する移動ロボットであって、  
前記人間と一緒に移動しているときに移動速度を変更する移動速度変更手段、  
前記移動速度変更手段によって変更された移動速度毎に、前記人間の加速度を検出する

加速度検出手段、

前記人間の加速度の変化度が所定値以下となる移動速度を当該人間に適した移動速度と推定する希望速度推定手段、および

前記希望速度推定手段によって推定された前記人間に適した移動速度で移動する移動手段を備える、移動ロボット。

## 【請求項 4】

(a) 人間と一緒に移動しているときに移動速度を変更し、

(b) 前記移動速度毎に前記人間との進行方向における距離を検出し、そして

(c) 前記移動速度の変化に対する前記人間との進行方向における距離の変化度が所定値以下の区間の移動速度を当該人間に適した移動速度と推定する、移動速度推定方法。

10

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

この発明は移動ロボットおよび移動速度推定方法に関し、特にたとえば、人間と一緒に移動する、移動ロボットおよび移動速度推定方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来この種の移動ロボットの一例が特許文献1に開示される。特許文献1の案内ロボットは、被案内者の歩行状態に応じた案内を行う。具体的には、この案内ロボットは、被案内者の歩行速度および移動方向、すなわち歩行速度ベクトルを被案内者の歩行状態として検出する。そして、自身の走行速度ベクトルと被案内者の歩行速度ベクトルとを監視し、被案内者との距離が所定距離以上離れると、自身の速度を落とす速度制御を実行する。

20

【特許文献1】特開2003-340764 [B25J 13/00]

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0003】

たとえば、ロボットが人間を案内する場合、ロボットの移動速度が人間にとって追跡可能な速度であれば、人間は、ロボットの移動速度に合わせて移動する。つまり、人間が無理をしてロボットの移動速度に合わせる可能性があるが、特許文献1の技術では、被案内者が無理をしてついてきている状態であっても、被案内者が案内ロボットに所定距離以上離れずについてくれば、速度制御を実行しない。つまり、特許文献1の技術は、被案内者にとって追跡可能な速度まで歩行速度を調節する技術であって、被案内者にとって適切な速度で移動できる技術ではないと言える。また、特許文献1の技術では、案内ロボットが被案内者を案内するので、案内ロボットの後ろを被案内者がついてくる状態を想定しており、ロボットと人間とが横に並んで移動する状態を想定していない。

30

## 【0004】

それゆえに、この発明の主たる目的は、新規な、移動ロボットおよび移動速度推定方法を提供することである。

## 【0005】

この発明の他の目的は、一緒に移動する人間にとって適切な速度で移動できる、移動ロボットおよび移動速度推定方法を提供することである。

40

## 【課題を解決するための手段】

## 【0006】

本発明は、上記の課題を解決するために、以下の構成を採用した。なお、括弧内の参照符号および補足説明などは、本発明の理解を助けるために後述する実施の形態との対応関係を示したものであって、本発明を何ら限定するものではない。

## 【0007】

請求項1の発明は、人間と一緒に移動する移動ロボットであって、人間と一緒に移動しているときに移動速度を変更する移動速度変更手段、移動速度変更手段によって変更された移動速度毎に人間との進行方向における距離を検出する距離検出手段、移動速度の変化

50

に対する人間との進行方向における距離の変化度が所定値以下の区間の移動速度を当該人間に適した移動速度と推定する希望速度推定手段、および希望速度推定手段によって推定された人間に適した移動速度で移動する移動手段を備える、移動ロボットである。

【0008】

請求項1の発明では、移動ロボット(10)は、人間社会の様々な場所に配置され、人間と一緒に移動する。移動速度変更手段(22, 26, 62, S3, S23)は、人間と一緒に移動しているときに、移動速度を変更する。つまり、複数の移動速度を人間に対して試す。距離検出手段(30, 62, S3, S23)は、移動速度変更手段によって変更された移動速度毎に、進行方向における人間との距離を検出する。希望速度推定手段(62, S9, S25)は、移動速度を変更することによって変化する人間の動作に関する情報に基づいて、一緒に移動する人間に適した移動速度、つまり一緒に移動する人間が希望する移動速度(希望速度)を推定する。ここで、2者が横に並んで歩く場合の移動速度および進行方向における人間との距離には、本願発明者等が提案する仮説が成り立つ。その仮説には、たとえば、人間がちょうどよいと感じる移動速度(好ましい移動速度)には或る程度の幅があり、その希望速度の範囲内では人間は他者との進行方向における距離を一定に保つ、というものを含む。そこで、希望速度推定手段は、移動速度の変化に対する距離の変化度が所定値以下の区間の移動速度、すなわち移動速度が変化しても人間との距離が一定ないしほぼ一定となる移動速度の範囲を、一緒に移動する人間にとって好ましい移動速度の範囲と推定し、たとえばその平均値を希望速度と推定する。そして、希望速度を推定した後は、移動手段(22, 26, 62, S11, S29)によって、その推定した希望速度で人間と一緒に移動する。

10

20

【0009】

請求項1の発明によれば、移動速度を変更することによって、一緒に移動する人間に適した移動速度を推定するので、その人間にとって適切な速度で移動できる。

【0010】

請求項2の発明は、請求項1の発明に従属し、距離検出手段は、人間との進行方向における距離に代えて人間との直線距離を検出し、希望速度推定手段は、移動速度の変化に対する人間との直線距離の変化度が所定値以下の区間の移動速度を当該人間に適した移動速度と推定する。

【0013】

請求項3の発明は、人間と一緒に移動する移動ロボットであって、人間と一緒に移動しているときに移動速度を変更する移動速度変更手段、移動速度変更手段によって変更された移動速度毎に人間の加速度を検出する加速度検出手段、人間の加速度の変化度が所定値以下となる移動速度を当該人間に適した移動速度と推定する希望速度推定手段、および希望速度推定手段によって推定された人間に適した移動速度で移動する移動手段を備える、移動ロボットである。

30

【0016】

請求項4の発明は、(a)人間と一緒に移動しているときに移動速度を変更し、(b)移動速度毎に人間との進行方向における距離を検出し、そして(c)移動速度の変化に対する人間との進行方向における距離の変化度が所定値以下の区間の移動速度を当該人間に適した移動速度と推定する、移動速度推定方法である。

40

【0017】

請求項4の発明では、一緒に移動する人間にとって適切な移動速度を推定する。まず、ステップ(a)では、人間と一緒に移動しているときに移動速度を変更する。つまり、一緒に移動している人間に対して複数の移動速度を試してみる。ステップ(b)では、変更した移動速度毎に、人間との進行方向における距離を検出する。そして、ステップ(c)では、移動速度の変化に対する人間との進行方向における距離の変化度を求め、その変化度が所定値以下の区間の移動速度を当該人間に適した移動速度と推定する。

【0018】

請求項4の発明によれば、一緒に移動する人間にとって適切な移動速度を推定できるの

50

で、これをロボットの制御に利用すれば、その人間にとって適切な速度で移動できるロボットを提供することができる。

【発明の効果】

【0019】

この発明によれば、一緒に移動する人間に適した移動速度を推定できるので、その人間にとって適切な速度で移動できる。

【0020】

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る。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

図1を参照して、この実施例の移動ロボット10は、主として人間のようなコミュニケーションの対象とコミュニケーションを実行することが可能な、相互作用指向のコミュニケーションロボットであり、身振り手振りのような身体動作および音声を用いてコミュニケーションを実行する機能を備えている。

【0022】

移動ロボット10は、人間社会の様々な場所に配置され、たとえば人間同士の友達のように、人間と会話をしながら一緒に散歩したり、美術館などにおいて、人間にその展示を案内しながら人間を誘導したりする。つまり、移動ロボット10は、人間と一緒に移動することが可能なロボットであり、さらには、歩きながらの対話などのコミュニケーションが可能なロボットである。そして、人間と一緒に移動するとき、たとえば人間と横に並んで移動するときには、その人間に適した移動速度を推定し、その推定した適正な速度で移動する。

【0023】

図2は移動ロボット10の外観を示す正面図であり、この図2を参照して、移動ロボット10のハードウェアの構成について説明する。移動ロボット10は、台車20を含み、この台車20の下面には、移動ロボット10を自律移動させる2つの車輪22および1つの従輪24が設けられる。2つの車輪22は、車輪モータ26(図3参照)によってそれぞれ独立に駆動され、台車20すなわち移動ロボット10を前後左右任意の方向に動かすことができる。また、従輪24は、車輪22を補助する補助輪である。

【0024】

台車20の上には、胴体28が直立するように設けられる。この胴体28の両側面下部のそれぞれには、レーザレンジセンサ30が設けられる。レーザレンジセンサ30は、主として一緒に移動する人間との距離を計測するものであり、レーザ光を高速に走査することによって広い範囲(たとえば、測距範囲240°)を短時間(たとえば、走査時間100ms/scan)で計測する。レーザレンジセンサ30としては、たとえば、北陽電機株式会社製の光走査型距離センサであるURGシリーズ(知能ロボット用測域センサ)を用いることができる。

【0025】

また、胴体28の前方中央上部(胸に相当する位置)には、複数の赤外線距離センサ32が設けられる。赤外線距離センサ32は、移動ロボット10の前方の主として人間との距離を計測する。

【0026】

また、胴体28には、その背面側上端部のほぼ中央から延びる支柱36が設けられ、支柱36の上には、全方位カメラ34が設けられる。全方位カメラ34は、移動ロボット10の周囲を撮影するものであり、後述する眼カメラ60とは区別される。この全方位カメラ34としては、たとえばCCDやCMOSのような固体撮像素子を用いるカメラを採用することができる。なお、これらレーザレンジセンサ30、赤外線距離センサ32および全方位カメラ34の設置位置は、当該部位に限定されず適宜変更され得る。

【0027】

10

20

30

40

50

胴体 2 8 の両側面上端部（肩に相当する位置）には、それぞれ、肩関節 3 8 R および 3 8 L によって、上腕 4 0 R および 4 0 L が設けられる。図示は省略するが、肩関節 3 8 R および 3 8 L は、それぞれ、直交する 3 軸の自由度を有する。すなわち、肩関節 3 8 R は、直交する 3 軸のそれぞれの軸廻りにおいて上腕 4 0 R の角度を制御できる。肩関節 3 8 R の或る軸（ヨー軸）は、上腕 4 0 R の長手方向（または軸）に平行な軸であり、他の 2 軸（ピッチ軸、ロール軸）は、それにそれぞれ異なる方向から直交する軸である。同様に、肩関節 3 8 L は、直交する 3 軸のそれぞれの軸廻りにおいて上腕 4 0 L の角度を制御できる。肩関節 3 8 L の或る軸（ヨー軸）は、上腕 4 0 L の長手方向（または軸）に平行な軸であり、他の 2 軸（ピッチ軸、ロール軸）は、それにそれぞれ異なる方向から直交する軸である。

10

**【 0 0 2 8 】**

また、上腕 4 0 R および 4 0 L のそれぞれの先端には、肘関節 4 2 R および 4 2 L を介して、前腕 4 4 R および 4 4 L が設けられる。図示は省略するが、肘関節 4 2 R および 4 2 L は、それぞれ 1 軸の自由度を有し、この軸（ピッチ軸）の軸廻りにおいて前腕 4 4 R および 4 4 L の角度を制御できる。

**【 0 0 2 9 】**

前腕 4 4 R および 4 4 L のそれぞれの先端には、手に相当する球体 4 6 R および 4 6 L がそれぞれ固定的に設けられる。ただし、指や掌の機能が必要な場合には、人間の手の形をした「手」を用いることも可能である。

**【 0 0 3 0 】**

また、図示は省略するが、台車 2 0 の前面、肩関節 3 8 R , 3 8 L を含む肩に相当する部位、上腕 4 0 R , 4 0 L 、前腕 4 4 R , 4 4 L および球体 4 6 R , 4 6 L には、それぞれ、接触センサ（図 3 で包括的に示す。： 4 8 ）が設けられている。台車 2 0 の前面の接触センサ 4 8 は、台車 2 0 への人間や他の障害物の接触を検知する。したがって、移動ロボット 1 0 の移動中に障害物との接触があると、それを検知し、直ちに車輪 2 2 の駆動を停止して移動ロボット 1 0 の移動を急停止させることができる。また、その他の接触センサ 4 8 は、主に、人間が移動ロボット 1 0 の当該各部位に触れたかどうかを検知する。なお、接触センサ 4 8 の設置位置はこれらに限定されず、適宜な位置（胸、腹、脇、背中、腰など）に設けられてよい。

20

**【 0 0 3 1 】**

胴体 2 8 の中央上部（首に相当する位置）には首関節 5 0 が設けられ、さらにその上には頭部 5 2 が設けられる。図示は省略するが、首関節 5 0 は、3 軸の自由度を有し、3 軸の各軸廻りに角度制御可能である。或る軸（ヨー軸）は移動ロボット 1 0 の真上（鉛直上向き）に向かう軸であり、他の 2 軸（ピッチ軸、ロール軸）は、それぞれ、それと異なる方向で直交する軸である。

30

**【 0 0 3 2 】**

頭部 5 2 には、口に相当する位置に、スピーカ 5 4 が設けられる。スピーカ 5 4 は、移動ロボット 1 0 が、その周辺の人間に対して音声ないし音によってコミュニケーションを取るために用いられる。また、耳に相当する位置には、マイク 5 6 R および 5 6 L が設けられる。以下、右耳に相当するマイク 5 6 R と左耳に相当するマイク 5 6 L とをまとめてマイク 5 6 ということがある。マイク 5 6 は、周囲の音、とりわけコミュニケーションを実行する対象である人間の声を取り込む。さらに、目に相当する位置には、眼球部 5 8 R および 5 8 L が設けられる。眼球部 5 8 R および 5 8 L は、それぞれ眼カメラ 6 0 R および 6 0 L を含む。以下、右の眼球部 5 8 R と左の眼球部 5 8 L とをまとめて眼球部 5 8 ということがあり、また、右の眼カメラ 6 0 R と左の眼カメラ 6 0 L とをまとめて眼カメラ 6 0 ということがある。

40

**【 0 0 3 3 】**

眼カメラ 6 0 は、移動ロボット 1 0 に接近した人間の顔や他の部分ないし物体などを撮影して、それに対応する映像信号を取り込む。眼カメラ 6 0 としては、上述した全方位カメラ 3 4 と同様のカメラを用いることができる。たとえば、眼カメラ 6 0 は眼球部 5 8 内

50

に固定され、眼球部 5 8 は眼球支持部（図示せず）を介して頭部 5 2 内の所定位置に取り付けられる。図示は省略するが、眼球支持部は、2 軸の自由度を有し、それらの各軸廻りに角度制御可能である。たとえば、この 2 軸の一方は、頭部 5 2 の上へ向かう方向の軸（ヨー軸）であり、他方は、一方の軸に直交しかつ頭部 5 2 の正面側（顔）が向く方向に直交する方向の軸（ピッチ軸）である。眼球支持部がこの 2 軸の各軸廻りに回転されることによって、眼球部 5 8 ないし眼カメラ 6 0 の先端（正面）側が変位され、カメラ軸すなわち視線方向が移動される。なお、上述のスピーカ 5 4、マイク 5 6 および眼カメラ 6 0 の設置位置は、これらに限定されず、適宜な位置に設けてられてよい。

【 0 0 3 4 】

このように、この実施例の移動ロボット 1 0 は、車輪 2 2 の独立 2 輪駆動、肩関節 3 8 の 3 自由度（左右で 6 自由度）、肘関節 4 2 の 1 自由度（左右で 2 自由度）、首関節 5 0 の 3 自由度および眼球支持部の 2 自由度（左右で 4 自由度）の合計 1 7 自由度を有する。

10

【 0 0 3 5 】

図 3 は移動ロボット 1 0 の電気的な構成を示すブロック図である。図 3 を参照して、移動ロボット 1 0 は、CPU 6 2 を含む。CPU 6 2 は、マイクロコンピュータ或いはプロセッサとも呼ばれ、バス 6 4 を介して、メモリ 6 6、モータ制御ボード 6 8、センサ入力/出力ボード 7 0 および音声入力/出力ボード 7 2 に接続される。

【 0 0 3 6 】

メモリ 6 6 は、図示は省略するが、ROM や HDD および RAM を含む。ROM や HDD には、移動ロボット 1 0 の動作を制御するための制御プログラムが予め記憶される。たとえば、人間との間でコミュニケーションを実行するための行動制御プログラム、移動速度を変更するための速度変更プログラム、各センサからの検知情報を検出するための検出プログラム、および一緒に移動する人間に適した移動速度を推定するための適正速度推定プログラム等が記憶される。また、ROM や HDD には、人間との間でコミュニケーションを実行する際に、スピーカ 5 4 から発生すべき音声または声の音声データ（合成音声データ）および所定の身振りを提示するための各関節（モータ）の角度データ等も記憶される。また、RAM は、ワークメモリやバッファメモリとして用いられる。

20

【 0 0 3 7 】

モータ制御ボード 6 8 は、たとえば DSP で構成され、各腕や首関節 5 0 および眼球部 5 8 などの各軸モータの駆動を制御する。すなわち、モータ制御ボード 6 8 は、CPU 6 2 からの制御データを受け、右眼球部 5 8 R の 2 軸のそれぞれの角度を制御する 2 つのモータ（図 3 では、まとめて「右眼球モータ」と示す。）7 4 の回転角度を制御する。同様に、モータ制御ボード 6 8 は、CPU 6 2 からの制御データを受け、左眼球部 5 8 L の 2 軸のそれぞれの角度を制御する 2 つのモータ（図 3 では、まとめて「左眼球モータ」と示す。）7 6 の回転角度を制御する。

30

【 0 0 3 8 】

また、モータ制御ボード 6 8 は、CPU 6 2 からの制御データを受け、右肩関節 3 8 R の直交する 3 軸のそれぞれの角度を制御する 3 つのモータと右肘関節 4 2 R の角度を制御する 1 つのモータとの計 4 つのモータ（図 3 では、まとめて「右腕モータ」と示す。）7 8 の回転角度を調節する。同様に、モータ制御ボード 6 8 は、CPU 6 2 からの制御データを受け、左肩関節 3 8 L の直交する 3 軸のそれぞれの角度を制御する 3 つのモータと左肘関節 4 2 L の角度を制御する 1 つのモータとの計 4 つのモータ（図 3 では、まとめて「左腕モータ」と示す。）8 0 の回転角度を調節する。

40

【 0 0 3 9 】

さらに、モータ制御ボード 6 8 は、CPU 6 2 からの制御データを受け、首関節 5 0 の直交する 3 軸のそれぞれの角度を制御する 3 つのモータ（図 3 では、まとめて「頭部モータ」と示す。）8 2 の回転角度を制御する。さらにまた、モータ制御ボード 6 8 は、CPU 6 2 からの制御データを受け、車輪 2 2 を駆動する 2 つのモータ（図 3 では、まとめて「車輪モータ」と示す。）2 6 の回転角度を制御し、移動速度を制御する。

【 0 0 4 0 】

50

なお、この実施例では、車輪モータ26を除くモータは、制御を簡素化するために、ステッピングモータ或いはパルスモータを用いるようにしてある。ただし、車輪モータ26と同様に、直流モータを用いるようにしてもよい。また、移動ロボット10の身体部位を駆動するアクチュエータは、電力を駆動源とするモータに限られず適宜変更され、たとえば、他の実施例では、エアアクチュエータが適用されてもよい。

【0041】

センサ入力/出力ボード70もまた、同様に、DSPで構成され、各センサからの信号を取り込んでCPU62に与える。すなわち、レーザレンジセンサ30からのレーザ光の反射時間(照射光と反射光との位相のずれ)に関するデータが、一定周期毎にこのセンサ入力/出力ボード70を通してCPU62に入力される。赤外線距離センサ32からの赤外線10の反射時間に関するデータも、一定周期毎にこのセンサ入力/出力ボード70を通してCPU62に入力される。また、全方位カメラ34からの映像信号が、必要に応じてこのセンサ入力/出力ボード70で所定の処理を施された後、CPU62に入力される。眼カメラ60からの映像信号も、同様にして、CPU62に入力される。また、上述した複数の接触センサ(図3では、まとめて「接触センサ48」と示す。)からの信号が、センサ入力/出力ボード70を介してCPU62に与えられる。

【0042】

音声入力/出力ボード72もまた、同様に、DSPで構成され、CPU62から与えられる音声合成データに従った音声または声がスピーカ54から出力される。また、マイク56からの音声入力が、音声入力/出力ボード72を介してCPU62に取り込まれる。

【0043】

また、CPU62は、バス64を介して通信LANボード84に接続される。通信LANボード84は、DSPで構成され、CPU62から送られる送信データを無線通信装置86に与え、無線通信装置86から送信データを、たとえば、LANのようなネットワークを介して外部コンピュータに送信する。また、通信LANボード84は、無線通信装置86を介してデータを受信し、受信したデータをCPU62に与える。つまり、この通信LANボード84および無線通信装置86によって、移動ロボット10は、外部コンピュータなどと無線通信を行うことができる。

【0044】

上述のような構成の移動ロボット10は、人間と一緒に移動するときには、その人間に適した、或いはその人間が希望する移動速度を推定し、その推定した適切な移動速度(希望速度)で移動する。つまり、移動ロボット10は、移動ロボット10にとって都合のよい速度で移動するのではなく、一緒に移動する人間にとって都合のよい速度で移動する。

【0045】

本願発明者等は、各人間にとっての希望速度を推定するために、以下に示す仮説を立て、その仮説に基づく希望速度の推定法を提案する。検証実験では、その仮説および推定法の有意性が実証された。よって、移動ロボット10は、その推定法を用いて、一緒に移動する人間の希望速度を推定する。

【0046】

ここで、各人間についての希望速度を推定するための仮説について説明する。たとえば、2人の人間が横に並んで歩く場合に、その2者が合わせなければならないのは、主として、移動速度、進行方向における距離(つまり、前後方向の距離)、および進行方向の垂直方向における距離(つまり、左右方向の距離)である。また、移動速度が変化すると、2者間の距離、特に進行方向における距離に変化が見られることが予想される。

【0047】

そこで、本願発明者等は、2人の人間A、Bが会話をしながら横に並んで歩く場合において、一方の人間Aが意図的に移動速度を変更したときの他方の人間Bの様子を観察し、以下の(1)から(3)、および図4に示す仮説を立てた。なお、図5には、2人の人間A、Bが横に並んで一緒に歩く様子が示される。ただし、移動ロボット10と人間とが並んで歩く場合を考えると、左右方向の距離は人間が容易に合わせられると考えられる。そ

10

20

30

40

50

ここで、以下、距離とは、特に明記する場合を除き、図5に示すような、進行方向（前後方向）における2者間（A B間）の距離をいうことにする。

【0048】

（1）人間Bは、一緒に移動している他者Aの移動速度を遅いと感じるときには、他者Aよりも前方を歩く。そのときの人間Bと他者Aとの距離は、他者Aの移動速度に応じて異なるものとなり、他者Aの移動速度が速いほど小さくなる。

【0049】

（2）人間Bがちょうどよいと感じる移動速度（希望速度）には、或る程度の幅があり、その希望速度の範囲内では、人間Bは他者Aとの距離を一定（或いは、ほぼ一定）に保つ。言い換えると、人間Bには、ちょうどよいと感じる他者Aとの距離（横に並んで歩く場合でも、必ずしも距離が0、すなわち真横になるとは限らない）があり、希望速度、つまり歩き易い速度の範囲内では、人間Bはそのちょうどよいと感じる他者Aとの距離を保って歩く。

【0050】

（3）人間Bは、一緒に移動している他者Aの移動速度を速いと感じるときには、他者Aよりも後方を歩く。そのときの人間Bと他者Aとの距離は、他者Aの移動速度に応じて異なるものとなり、他者Aの移動速度が速いほど大きくなる。

【0051】

すなわち、2人の人間がコミュニケーションを取りながら横に並んで移動する場合には、図4に示すような、移動速度と距離との関係が成り立つと考えられる。ただし、図4では、人間が他者よりも前にいるときの距離を「+」とし、人間が他者よりも後ろにいるときの距離を「-」とし、2人の人間が真横に並ぶときの距離を「0」としている。また、一例として、好ましい距離（人間がちょうどよいと感じる距離）の範囲内を通るように、距離「0」を示す軸を示しているが、好ましい距離は人間によって異なり、真横より前方であったり、真横より後方であったりする場合もある。なお、一方の人間が移動速度を変更したときの、図4のような移動速度と距離との関係は、他方の人間の無意識的な動作によって現れるものであり、好ましい速度（人間がちょうどよいと感じる速度）の範囲および好ましい距離の範囲は人間によって異なる。

【0052】

以上の仮定より、2人の人間が横に並んで歩く場合において、一方の人間が移動速度を変更しても、2人の人間の距離が一定（或いは、一定に近い）のときには、その変更した移動速度の範囲内は、他方の人間にとって容易に調節可能な速度、すなわち一緒に歩く人間にとって歩き易い速度であると言えることができる。言い換えると、移動速度を変更したときに、その移動速度の変化に対する2人の距離の変化度が所定値以下の区間の移動速度を検出できれば、つまり2人の距離が一定である速度範囲を検出できれば、その速度範囲を好ましい速度の範囲（希望速度範囲）とすることができる。また、2人の距離が一定の距離（範囲）は、他方の人間にとって好ましい距離、すなわち希望距離範囲であるとも言える。これらのことは、人間同士の場合だけではなく、移動ロボット10と人間とが一緒に移動する場合にも同様であると考えられる。

【0053】

そこで、この実施例では、移動ロボット10は、以下に示す方法を用いて、一緒に移動する人間にとっての希望速度を推定する。まず、移動ロボット10は、人間と一緒に移動しながら、その移動速度 $v_i$ を $n$ 通り（たとえば、5通りや8通り）変更する。つまり、 $n$ 通りの速度 $v_i$ を、一緒に移動する人間に対して試してみる。そして、その移動速度 $v_i$ 毎に当該人間との距離 $d_i$ を測定する。移動速度 $v_i$ の変更は、所定距離（たとえば、10m）移動する毎に行うようにしてもよいし、所定時間（たとえば、10秒）移動する毎に行うようにしてもよい。

【0054】

また、移動速度 $v_i$ は、たとえば、200、400、600、800、1000 [mm/s] というように等間隔に変化させてもよいし、300、500、600、700、1

10

20

30

40

50



000 [mm/s] というように非等間隔に変化させてもよいし、600、400、300、400、600 [mm/s] というように上下させて変化させてもよい。また、低速から始めて高速へと変化させてもよいし、高速から始めて低速へと変化させてもよい。しかし、たとえば、最高速から最低速へと急激に移動速度を変更すると、一緒に移動している人間はその速度変化に戸惑ってしまう恐れがある。また、人間の感覚は相対的な比較に対して敏感であるため、段階的に速度を変更する方が距離への反応が大きく現れやすい。したがって、速度の変更は段階的に（徐々に）行うことが望ましい。

【0055】

また、人間との距離  $d_i$  は、たとえば、胴体28の両側面下部に取り付けたレーザレンジセンサ30の出力に基づいて検出する。この実施例では、人間との直線距離と、自身の真横方向、つまり進行方向の垂直方向を基準とする人間の方向（角度）とを検出し、これらの検出データに基づいて人間との距離  $d_i$  を算出する。レーザレンジセンサ30は、図2に示したように、床面に近い高さに設けられるため、人間の足の位置を検出することになる。そのため、人間の2本（左右）の足の位置をそれぞれ検出できるので、たとえば、その中間地点を人間の位置として、人間との距離  $d_i$  を検出するとよい。なお、この実施例では、人間との距離  $d_i$  は、移動速度  $v_i$  で移動している間に計測されたものの平均値とする。ただし、他の実施例として、人間との距離  $d_i$  は、移動速度  $v_i$  で移動している間に計測されたものの代表値（たとえば、中央値や最大値）としてもよい。

【0056】

このようにして、各移動速度  $v_i$  における人間との距離  $d_i$  を検出すると、次に、移動速度  $v_i$  の変化に対する距離の勾配  $d_i$  を求める（数1）。ただし、 $v_i < v_{i+1}$  とする。

[数1]

$$d_i = (v_{i+1} - v_i) / (d_{i+1} - d_i)$$

そして、最も負の勾配が大きい  $d_j$  で  $d_i$  を正規化する（数2）。

[数2]

$$D_i = d_i / |d_j|$$

この正規化した  $D_i$  が、たとえば以下の式（数3）を満たすとき、人間との距離が一定であると判断し、この距離が一定の区間の速度範囲を希望速度範囲とし、たとえばその平均速度を希望速度とする。

[数3]

$$-T < D_i < 0$$

ここで、 $T$  は、 $D_i$  が0に近いかどうかを判断するための閾値であって、適宜な値（たとえば、 $T = 0.3$ ）が用いられる。たとえば、「 $D_{i-1} - T, -T < D_i < 0, D_{i+1} - T$ 」であれば、 $D_i$  の区間の移動速度の平均値を希望速度と推定する。つまり、 $D_i$  は、移動速度を  $v_i$  から  $v_{i+1}$  に変化させたときのものであるので、希望速度を、 $(v_i + v_{i+1}) / 2$  と推定する。また、たとえば、「 $D_{i-1} - T, -T < D_i < 0, -T < D_{i+1} < 0, D_{i+2} - T$ 」であれば、希望速度を、 $(v_i + v_{i+2}) / 2$  や  $(v_i + v_{i+1} + v_{i+2}) / 3$  と推定するとよい。

【0057】

なお、この実施例では、 $D_i$  が0に近い場合であっても、そのときの移動速度が低いときには、希望速度を推定しない。これは、移動速度が低いときには、人間は立ち止まって移動ロボット10を待つ場合があるので、このような場合に誤って希望速度を推定することを防ぐためである。また、この希望速度の推定法を用いると、複数の希望速度が推定される場合がある。この場合には、たとえば、複数の希望速度の平均値を希望速度としてもよいし、複数の希望速度のうち、いずれか1つを希望速度として選択してもよい。

【0058】

図6は、実際に移動ロボット10と或る人間とが一緒に移動したときの移動速度と距離との関係を示す。このデータを取得する際には、移動ロボット10と人間とが横に並んで移動する状況を一定の条件下で作り出すため、たとえば、移動ロボット10と人間とが一

10

20

30

40

50

一緒に移動しながら、移動ロボット10が計算問題を出し、人間がそれに答えることにした。ここで、「Step i」とは、移動ロボット10が4秒毎に移動速度を100 [mm/s]ずつ変化させたときの移動速度と距離との関係を示す。また、「Step ii」とは、移動ロボット10が20m毎に移動速度を300, 400, 600, 800, 1000 [mm/s]というように変更したときの移動速度と距離との関係を示す。また、「Step ii」を計測したときには、一緒に移動した人間に対して、その移動速度毎に、遅すぎたかどうか、速すぎたかどうか、およびちょうどよかったかどうかを質問した。図6には、人間が、遅すぎたと答えた移動速度を「Slow」として、速すぎたと答えた移動速度を「Fast」として、ちょうどよかったと答えた移動速度を「Best」として示す。

10

## 【0059】

図6に示すように、本願発明者等が立てた仮説(図4参照)は、移動ロボット10と人間とが横に並んで移動する場合にも成り立つことが分かる。また、移動ロボット10と一緒に移動した人間がちょうどよかったと答えた移動速度(600 [mm/s])は、移動速度の変化に対して距離が一定となる(或いは、距離の変化が小さい)速度領域に存在している。すなわち、移動ロボット10が推定する希望速度は、実際に人間が希望する移動速度と一致する(或いは、近い)ということが分かる。なお、図6を参照すると、この人間にとって、移動ロボット10と一緒に歩くときの好ましい距離は、100 [mm]程度であることも分かる。また、他の人間についても同様に希望速度を推定したところ、各人間によって希望する移動速度が違うにもかかわらず、移動ロボット10が推定した希望速度と実際に各人間が希望する移動速度とは一致、或いは近いことが確認された。

20

## 【0060】

なお、このような希望速度の推定は、人間と一緒に移動し始めた初期段階において実行され、希望速度を推定した後は、移動ロボット10は、その推定した希望速度で移動する。したがって、移動ロボット10は、一緒に移動する人間にとって適切な速度で移動することができ、移動しながらの人間とのコミュニケーションを円滑に実行することができる。

## 【0061】

以下に、移動ロボット10が人間と一緒に移動するときに希望速度を推定する動作を、フロー図を用いて説明する。具体的には、図3に示したCPU62が、図7に示すフロー図に従って希望速度推定処理を実行する。図7を参照して、CPU62は、希望速度推定処理を開始、たとえば人間と一緒に移動し始めると、ステップS1で、変数*i*を初期化する( $i = 1$ )。ここで、変数*i*は、移動ロボット10が、一緒に移動している人間の希望速度を推定するために実行する、*n*通りの移動速度のうちの1つを指定するための変数である。

30

## 【0062】

次のステップS3では、*t*秒間、速度 $v_i$ で移動し、そのときの人間との距離 $d_i$ を検出する。すなわち、車輪モータ26の駆動を制御する信号を送り、移動速度を速度 $v_i$ とする。そして、たとえば、10秒間、その速度 $v_i$ で移動し、その10秒間にレーザレンジセンサ30から出力される信号に基づいて人間との距離 $d_i$ を検出し、メモリ66等に記憶する。そして、次のステップS5で、変数*i*をインクリメント( $i = i + 1$ )して、ステップS7に進む。

40

## 【0063】

ステップS7では、変数*i*が*n*よりも大きいかどうかを判断する。すなわち、予め設定した*n*通り(たとえば、5通り)の移動速度の全てを、一緒に移動している人間に対して試したかどうか判断する。ステップS7で“NO”の場合、すなわち変数*i*が*n*以下の場合には、ステップS3に戻る。一方、ステップS7で“YES”の場合、すなわち変数*i*が*n*よりも大きい場合には、ステップS9に進む。

## 【0064】

ステップS9では、希望速度を推定する。すなわち、ステップS3の処理で取得した(

50

メモリ66等に記憶した)移動速度 $v_i$ と距離 $d_i$ との関係に基づいて、一緒に移動する人間に適合した速度を推定する。具体的には、移動速度 $v_i$ の変化に対する距離 $d_i$ の勾配 $d_i$ (数1)を正規化した $D_i$ (数2)が、閾値よりも0に近いとき(数3)、距離 $d_i$ が一定であると判断して、距離 $d_i$ が一定の区間の平均速度を希望速度とする。

【0065】

次のステップS11では、ステップS9で推定した希望速度に移動速度を変更する。すなわち、車輪モータ26の駆動を制御する信号を送り、移動ロボット10の移動速度を希望速度に変更する。ステップS11の処理を終了すると、この希望速度推定処理を終了する。なお、この希望速度推定処理以降は、移動ロボット10は、希望速度で移動しながら人間とのコミュニケーションを実行する。

10

【0066】

この実施例によれば、人間と一緒に移動しながら移動速度を変更し、そのときに無意識的に現れる人間の動作、すなわち移動速度によって変化する移動ロボット10と人間との距離に基づいて希望速度を推定するので、一緒に移動する人間に適した移動速度で移動することができる。したがって、移動ロボット10は、移動速度に関する不満を人間に抱かせないので、一緒に移動する人間とのコミュニケーションを円滑に行うことができる。また、無意識的な人間の動作に基づいて希望速度を推定するので、人間からの意識的フィードバックは必要無く、予め個人毎に合わせた対応(移動速度)を記憶しておく必要も無い。

【0067】

20

なお、上述の実施例では、移動速度を $n$ 通り変更した後、この $n$ 通りの移動速度の変更によって取得したデータを用いて希望速度を推定するようにしたが、これに限定されない。他の実施例では、たとえば、移動速度を変更する毎に希望速度の推定を試み、希望速度が推定できたときに、移動速度の変更を終了、すなわち希望速度推定処理を終了するようにしてもよい。この実施例では、図8に示すような希望速度推定処理によって、一緒に移動する人間にとっての希望速度を推定する。具体的には、図3に示したCPU62が、図8に示すフロー図に従って希望速度推定処理を実行する。なお、図7に示す希望速度推定処理と説明が重複する場合には、その説明は簡略化して行う。

【0068】

図8を参照して、CPU62は、希望速度推定処理を開始、たとえば人間と一緒に移動し始めると、ステップS21で、変数 $i$ を初期化する( $i=1$ )。そして、ステップS23で、 $t$ 秒間、速度 $v_i$ で移動し、そのときの人間との距離 $d_i$ を検出する。すなわち、速度 $v_i$ における人間との距離 $d_i$ を検出し、メモリ66等に記憶する。

30

【0069】

次のステップS25では、希望速度を推定する。すなわち、速度 $v_i$ において検出した距離 $d_i$ およびその1つ前の速度 $v_{i-1}$ において検出した距離 $d_{i-1}$ を用いて、速度変化に対する距離の勾配 $d_{i-1}$ を求め、その勾配 $d_{i-1}$ が閾値よりも0に近いかどうかを判断する。たとえば、 $-T' < d_{i-1} < 0$ の式を満たすかどうかで判断する。ここで、 $T'$ は、 $d_{i-1}$ が0に近いかどうかを判断するための閾値である。そして、速度変化に対する距離の勾配 $d_{i-1}$ が閾値よりも0に近いときには、人間との距離が一定ないしほぼ一定であると判断し、希望速度を推定する。たとえば、希望速度を、 $(v_{i-1} + v_i) / 2$ と推定する。なお、この場合の距離の勾配 $d_{i-1}$ については、上述の数2のような正規化は行わない。また、最初速度 $v_i$ (つまり、速度 $v_1$ )では、速度変化に対する距離の勾配 $d_{i-1}$ を求めることができないので、希望速度は推定されないことになる。

40

【0070】

次のステップS27では、ステップS25の処理において希望速度が推定されたかどうかを判断する。ステップS27で“YES”の場合、すなわち希望速度が推定された場合には、ステップS29に進む。ステップS29では、ステップS25で推定した希望速度に移動速度を変更する。ステップS29の処理が終了すると、この希望速度推定処理を終

50

了する。

【0071】

一方、ステップS27で“NO”の場合、すなわち距離が一定ないしほぼ一定と判断されず、希望速度が推定されなかった場合には、ステップS31に進む。ステップS31では、変数*i*をインクリメント( $i = i + 1$ )する。そして、次のステップS33では、変数*i*が*n*より大きいかどうかを判断する。すなわち、予め設定した*n*通りの移動速度の全てを、一緒に移動している人間に対して試したかどうか判断する。ステップS33で“NO”の場合、すなわち変数*i*が*n*以下の場合には、ステップS23に戻る。一方、ステップS33で“YES”の場合、すなわち変数*i*が*n*より大きい場合には、希望速度の推定に失敗した、つまり本願発明者等が提案した仮説はこの人間には適合しないと判断して、

10

【0072】

ステップS35では、移動速度を標準的な速度に変更する。たとえば、過去に推定した人間の希望速度を平均した速度に変更してもよいし、予め設定した標準速度(たとえば、600 [mm/s])に変更してもよい。ステップS35の処理が終了すると、この希望速度推定処理を終了する。

【0073】

このように、移動速度を変更する毎に希望速度の推定を試み、希望速度が推定された時点で、移動速度をその希望速度に変更するようにすれば、人間に対して試す移動速度を少なくすることができる。つまり、希望速度の推定に要する時間を短縮することができる。

20

【0074】

なお、上述の各実施例では、図4の関係が完全に成り立つと仮定、つまり $v_i < v_{i+1}$ であれば、 $d_i > d_{i+1}$ であると仮定して、人間との距離が一定かどうかを判断した。しかし、実際には、図6のように、移動速度に対する距離の勾配  $d_i$  が正(+)或いは0になる場合もある。そこで、たとえば、図7の実施例において、人間との距離が一定かどうかを判断する場合、つまり正規化した距離の勾配  $D_i$  が0に近いかどうかを判断する場合には、 $D_i$ の絶対値  $|D_i|$  を用いてもよい。すなわち、数3を用いる代わりに、 $0 < |D_i| < T$ の式が成り立つかどうかで判断するようにしてもよい。また、図8の実施例においても同様に、たとえば、 $0 < |d_{i-1}| < T'$ の式が成り立つかどうかで、人間との距離が一定かどうかを判断するようにしてもよい。なお、 $D_i$  (或いは  $d_{i-1}$ ) が閾値  $T$  (或いは  $T'$ ) よりも0に近いときに、人間との距離が一定であると判断したが、 $D_i$  が閾値  $T$  と等しい場合にも人間との距離が一定であると判断するようにしてもよい(たとえば、 $0 < |D_i| < T$ の式が成り立つかどうかで判断するようにしてもよい)。

30

【0075】

また、上述の各実施例では、人間との距離を検出するために、レーザレンジセンサ30を用いるようにしたが、これに限定されない。たとえば、赤外線距離センサや超音波距離センサを用いるようにしてもよい。この場合には、レーザレンジセンサ30に代えて、或いはレーザレンジセンサ30と共に、移動ロボット10に赤外線距離センサや超音波距離センサが設けられる。たとえば、移動ロボット10の胴体28の下部周囲に並べるように(アレイ状に)赤外線距離センサや超音波距離センサを設け、それらからの検出結果に基づいて人間との距離を検出するとよい。また、たとえば、全方位カメラ34によって取得した画像データに基づいて、人間との距離を検出してもよい。この場合には、取得した画像データをイメージ処理することによって、人間の存在する方向(角度)がわかるので、たとえば、人間との左右方向の距離は一定であると仮定すれば、人間との距離(進行方向)を検出することができる。

40

【0076】

また、ロボット自身に設けたセンサによって人間との距離を検出する必要は無く、当該距離を外部から取得してもよい。たとえば、外部コンピュータが管理する、環境に設置したセンサ(床センサ、天井カメラ、或いはレーザレンジセンサ等)によって、人間との距

50

離を検出し、その検出結果を外部コンピュータから移動ロボット10に与えるようにしてもよい。もちろん、外部コンピュータから移動ロボット10に与える情報は、人間との距離だけに限定されず、移動ロボット10の移動速度および人間との距離の関係から、外部コンピュータが希望速度を推定し、その希望速度の情報を外部コンピュータから移動ロボット10に与えるようにしてもよい。

【0077】

さらに、上述の各実施例では、人間の足の位置(2本の足の中心)を基準として人間との距離を検出したが、人間の足の位置の代わりに、腹や胸或いは背中などの適宜な位置を基準として人間との距離を検出してよい。

【0078】

また、上述の各実施例では、人間との距離として、進行方向における人間との距離を検出したが、この人間との距離は、移動ロボット10と人間との直線距離でもよい。これは、移動ロボット10と人間とが横に並んで歩く場合には、左右方向の距離はほぼ一定であるため、人間との直線距離は、人間との進行方向における距離に応じた長さとなり、図4に示した移動速度と距離との関係が、人間との距離を直線距離とした場合にも成り立つからである。

【0079】

また、上述の各実施例では、人間と一緒に移動し始めた初期段階で希望速度を推定し、それ以降はその推定した希望速度で移動するようにしたが、これに限定されない。たとえば、人間と一緒に長時間歩くような場合には、定期的に希望速度を推定するようにしてもよい。また、希望速度を推定する際には、希望距離範囲も推定されるので、移動中に人間との距離を定期的に検出するようにして、人間がその希望距離範囲から外れたときに、希望速度を再度推定するようにしてもよい。これは、同じ人間でも場合(疲れや時間の余裕など)によって、希望する速度が異なる可能性があるからである。これによって、人間にとってより適切な速度で移動することが可能となる。

【0080】

また、上述の各実施例では、移動ロボット10と一緒に移動する人間は1人であったが、移動ロボット10は、複数の人間と一緒に移動することもできる。たとえば、2人の人間と一緒に移動する場合には、各人間について希望速度をそれぞれ推定して、その平均速度で移動するようにしてもよいし、遅いほうの希望速度で移動するようにしてもよい。また、2人の人間の希望速度範囲に重複する範囲があるときには、その重複する希望速度範囲の平均速度で移動するようにしてもよい。ただし、多くの人間と一緒に移動する場合に、各人間の希望速度の平均速度で移動すると、各人間に適した移動速度で移動できるといふ、この発明の効果が失われるので、移動ロボット10と一緒に移動する人間は1人が望ましい。

【0081】

また、上述の各実施例では、移動ロボット10として人型のコミュニケーションロボットを用いたが、これに限定されず、移動ロボット10は、人と一緒に移動することが想定されるロボットであればよい。たとえば、人間を介護する介護ロボット、人間の代わりに荷物を運ぶ搬送ロボット、および人間と一緒に散歩するペットロボット(たとえば、犬型ロボット)等であってよい。

【0082】

また、上述の各実施例では、移動ロボット10の移動速度を変更することによって変化する人間との距離に基づいて、希望速度を推定したが、これに限定されない。たとえば、移動ロボット10の移動速度を変更する毎に、人間の動作に関する情報として当該人間の加速度を検出し、この検出した加速度に基づいて希望速度を推定するようにしてもよい。この際には、たとえば、レーザレンジセンサ30からの距離情報に基づいて人間の加速度を検出するようにしてもよいし、人間に無線加速度センサユニットを取り付けて、その無線加速度センサユニットからの情報に基づいて人間の加速度を検出するようにしてもよい。適切な移動速度では、人間は滑らかな身体動作で移動することができるので、人間の加

10

20

30

40

50

速度には大きな影響は見られない。しかし、移動速度が速すぎたり遅すぎたりするような不適切な移動速度では、人間は滑らかな身体動作で移動することができなかつたり、不自然な加速や減速を行ったりするので、その影響が人間の加速度に現れる。したがって、人間の加速度に基づいても希望速度を推定することができる。

【図面の簡単な説明】

【0083】

【図1】この発明の一実施例の移動ロボットが人間と一緒に移動している様子を示す図解図である。

【図2】図1の移動ロボットの外観を正面から見た図解図である。

【図3】図1の移動ロボットの電氣的な構成を示すブロック図である。

10

【図4】本願発明者等が提案する仮説を示す図解図である。

【図5】二者間の距離を説明するための図解図である。

【図6】移動ロボットと人間とが一緒に移動するときの移動速度と距離との関係を示す図解図である。

【図7】図3のCPUが実行する希望速度推定処理の動作の一例を示すフロー図である。

【図8】図3のCPUが実行する希望速度推定処理の動作の他の一例を示すフロー図である。

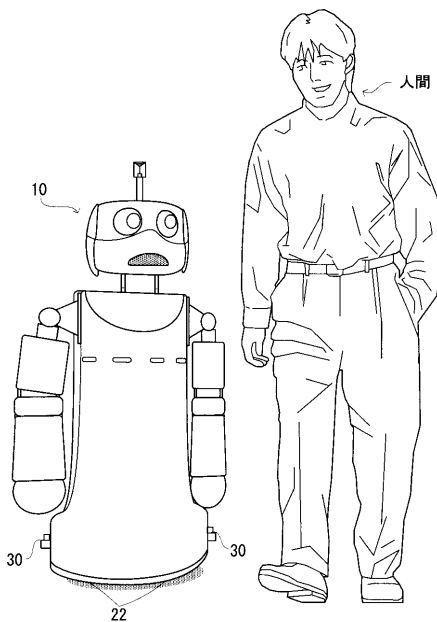
【符号の説明】

【0084】

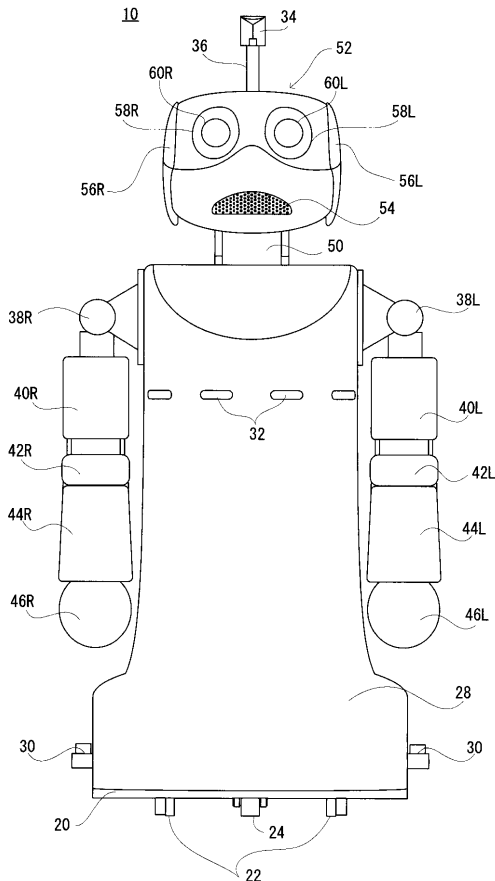
- 10 ... 移動ロボット
- 22 ... 車輪
- 26 ... 車輪モータ
- 30 ... レーザレンジセンサ
- 62 ... CPU
- 66 ... メモリ

20

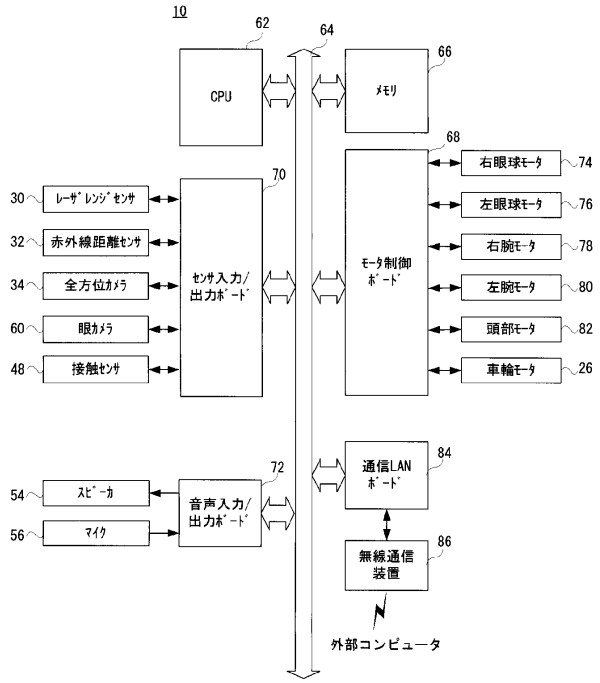
【図1】



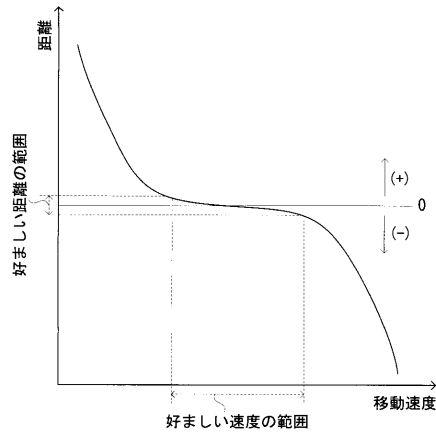
【図2】



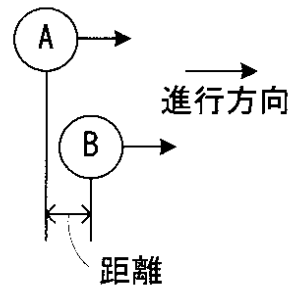
【図3】



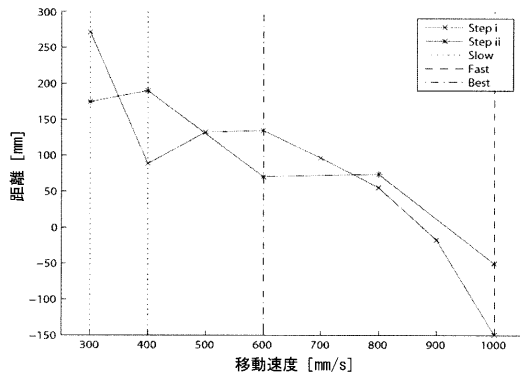
【図4】



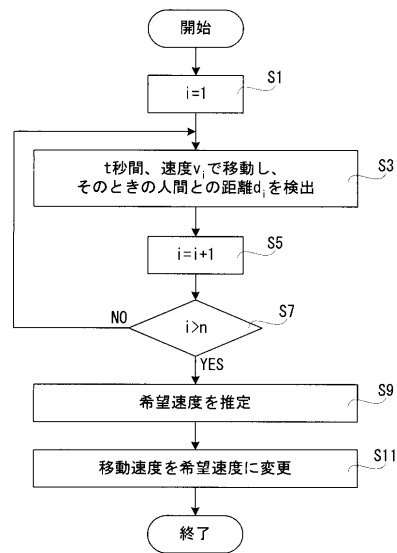
【図5】



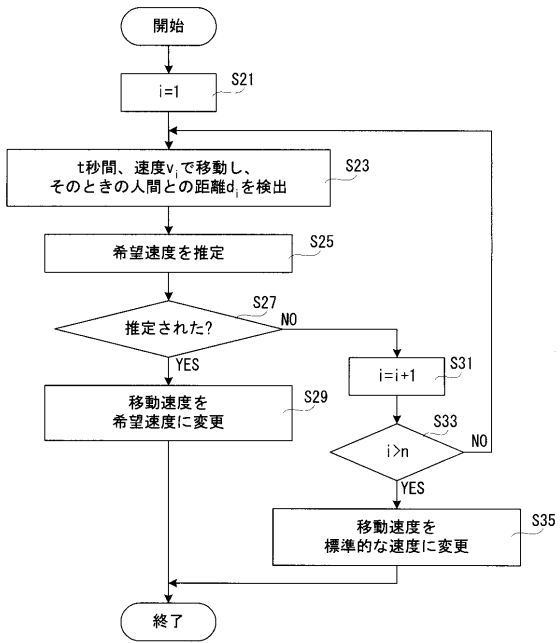
【図6】



【図7】



【図8】





---

フロントページの続き

審査官 佐々木 一浩

(56)参考文献 特開2003-280739(JP,A)  
特開2005-066745(JP,A)  
特開2003-340764(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
B25J 13/00  
B25J 5/00