

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11)特許番号

特許第3318539号
(P3318539)

(45)発行日 平成14年 8 月26日 (2002. 8. 26)

(24)登録日 平成14年 6 月14日 (2002. 6. 14)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

G 0 5 D 1/00
1/02

G 0 5 D 1/00
1/02

B
H

請求項の数 5 (全 7 頁)

(21)出願番号	特願平11-163207	(73)特許権者	595147700 株式会社エイ・ティ・アール知能映像通信研究所 京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2
(22)出願日	平成11年 6 月10日 (1999. 6. 10)	(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
(65)公開番号	特開2000-353012(P2000-353012A)	(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
(43)公開日	平成12年12月19日 (2000. 12. 19)	(74)代理人	100090181 弁理士 山田 義人
審査請求日	平成12年 6 月29日 (2000. 6. 29)	審査官	槻木澤 昌司

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 対話システムを有する自立移動ロボット

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】ユーザからの指示語を解釈して移動方向を決定する、対話システムを有する自立移動ロボットであって、

前記ユーザによって発話された指示語を取り込む指示語取り込み手段、

少なくとも前記ユーザとの位置関係に基づいて、対面視点、鳥瞰図視点または共有視点のいずれかのユーザ視点を決定するユーザ視点決定手段、および前記視点で前記指示語を解釈する解釈手段を備える、自立移動ロボット。

【請求項2】前記ユーザ視点決定手段は、前記ロボットの位置と前記ユーザおよび前記ロボットの移動速度および移動方向に従って、所定の確率で前記3つの視点のいずれかを選択的する第1選択手段を含む、請求項1記載

2

の自立移動ロボット。

【請求項3】前記第1選択手段は、前記解釈が間違いであったとき、別の視点を選択する、請求項2記載の自立移動ロボット。

【請求項4】少なくとも前記ユーザとの位置関係に基づいて、対面視点、鳥瞰図視点または共有視点のいずれかのロボット視点を決定するロボット視点決定手段、前記ロボット視点で指示語を生成する指示語生成手段、および前記生成した指示語を発話する発話手段をさらに備える、請求項1ないし3のいずれかに記載の自立移動ロボット。

【請求項5】前記ロボット視点決定手段は、前記ロボットの位置と前記ユーザおよび前記ロボットの移動速度および移動方向に従って、所定の確率で前記3つの視点のいずれかを選択的する第2選択手段を含む、請求項4記

10

載の自立移動ロボット。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、自立移動ロボットに関し、特にたとえば、ペットロボットや介護ロボットのように、ユーザから発話された指示語（「あっち」、「そっち」、「こっち」等）を解釈して移動方向を決める、新規な自立移動ロボットに関する。

【0002】

【従来の技術】自立移動ロボットは、たとえば車輪や脚によって自立しかつ自在に移動でき、たとえばペットロボットや介護ロボットへの応用が想定される。この種の応用分野においては、ユーザが指示語によってロボットの移動方向等を指示し、ロボットがその指示語を解釈することによって、ロボットが自己の移動方向を決定する局面が考えられる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】このような場合、ユーザとロボットとの間の位置関係の自由度が大きく、したがって、ユーザが発話時に選択可能な視点が複数存在する。話者つまりユーザの視点は指示語の意味または解釈に大きく影響する。たとえば、ユーザがロボットに直面した状態で発した「こっち」という指示語が、ユーザがロボットと並走している状態で発した「こっち」という指示語とは異なる意味を持つ場合である。

【0004】それゆえに、この発明の主たる目的は、ユーザから指示語を適切に解釈できる、自立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】この発明に従った自立移動ロボットは、ユーザからの指示語を解釈して移動方向を決定する、対話システムを有する自立移動ロボットであって、ユーザによって発話された指示語を取り込む指示語取り込み手段、少なくともユーザとの位置関係に基づいて、対面視点、鳥瞰図視点または共有視点のいずれかの視点を決定する視点決定手段、および視点で指示語を解釈する解釈手段を備える、自立移動ロボットである。

【0006】

【作用】ユーザがたとえば「こっち」、「そっち」あるいは「あっち」のような指示語を発話すると、ロボットでは、その指示語を取り込んで、ロボットとユーザとの位置関係およびユーザおよびロボットの移動速度および移動方向に基づいて、ルールで定めた所定の確率で、対面視点、鳥瞰図視点または共有視点のいずれかのユーザ視点を決定する。その決定したユーザ視点に基づいて、指示語を解釈する。解釈した指示語に従って、たとえば定義テーブルから対象方向を決定し、その方向に移動する。

【0007】ただし、指示語の解釈が間違いであったと

き、別の視点を選択するようにしている。

【0008】

【発明の効果】この発明によれば、ロボットとユーザとの位置関係に従ってユーザ視点を推論し、その視点に立脚して指示語を解釈しているため、指示語の誤解釈の機会が可及的低減され得る。したがって、この発明によれば、ユーザからの指示語を的確に解釈できる。

【0009】この発明のその他の目的、特徴および利点は、添付図面に関連して行われる以下の実施例の詳細な説明から一層明らかとなろう。

【0010】

【実施例】図1はこの発明の一実施例の自立移動ロボット10を示す正面図であり、この図1を参照して、この実施例の自立移動ロボット（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、したがって、ロボット10が任意の方向に移動可能である。ただし、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。さらに、左右の車輪14を独立制御するために2つのモータが利用されてもよい。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。

【0011】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、送波器から出力された超音波が受波器に受信される時間によって、後述のマイクロコンピュータ26（図2）が、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。

【0012】筐体12の一側面にはたとえばCCDカメラを有するイメージセンサ20が設けられ、このイメージセンサ20は、ユーザ追跡センサとして利用される。ユーザ追跡センサは、たとえばユーザを撮像し、マイクロコンピュータ26がその肌色領域を抽出し、肌色領域の位置的变化や肌色領域の面積変化によって、ユーザとロボット10との間の位置関係を検知するものである。

【0013】さらに、筐体12の適宜の位置たとえば上面にはマイク22およびスピーカ24が設けられる。マイク22はユーザの発生する音声をとり込むためのもので、スピーカ24はユーザに対してロボット10から音声を発するためのものである。このようにして、この実施例のロボット10が対話システムを有するロボットとして構成される。

【0014】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26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26で代表させる。

【0015】マイクロコンピュータ26には、図1を参照して説明した超音波センサ18、イメージセンサ20およびマイク22からの入力を受けるとともに、スピーカ24に音声信号を与える。図1では図示しなかったが、ロボット10にはさらにエンコーダ32およびコンパス34が設けられる。エンコーダ32は左右の車輪14に個別に設けられ、各車輪14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26に入力する。マイクロコンピュータ26では、各エンコーダ32からのパルス信号をカウントしてロボット10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34はロボット10の方位（移動方向）を知るためのものである。

【0016】図1および図2に示す実施例のロボット10は、マイク22を通してユーザの発話する指示語たとえば「あっち」、「そっち」、「こっち」等を解釈し、その指示語に従った方向に自立移動する。そのとき、ロボット10はスピーカ24を通して、ユーザに対して移動方向の適否等の確認を求める指示語たとえば「こっちですね?」、「そっちですね?」、「あっちですね?」あるいは「どっちですか?」等を発生する。

【0017】ここで、図3および図4を参照して、指示語の使われ方を再確認する。図3の状況は、話し手と聞き手とが対面した状態であり、この状態では、「こっち」はそれぞれ話し手の方向、「そっち」はそれぞれ聞き手の方向、「あっち」はそれぞれ話し手と聞き手の両方から離れた方向を意味する。図4の状況は話し手と聞き手とが並走状態であり、この状態では、指示語が同じ方向を示すことになる。たとえば、一方が自分たちが向かう方向を指示するために「こっち」といえば、他方もその「こっち」が自分たちが向かう方向であると理解できる。

【0018】つまり、図3および図4の例は、指示語が外界の状況の他に視点の影響を受けて指示の仕方を変化させることを示している。この例が示している発話の意味と視点との依存関係は、以下のルール1で表わすことができる。

【0019】ルール1： $p \rightarrow s \rightarrow i, d$

ここで、 p は指示語によって指し示される対象を、 s は発話時の状況を、 d は発話された指示語をそれぞれ表わす。そして、 i は、指示語を解釈するための視点を表わし、添え字 i は誰の視点かを表わす記号である。

【0020】このルール1に従えば、ロボット10が指示語を理解するために必要となる能力は、状況 s を察知する能力の他に、話者の視点 i を決める能力である。状況 s は、具体的には、ロボット10が知得または予め与えられている状況、たとえばロボット10が存在す

る部屋の形、サイズ等、部屋のドアの位置、ゴール（目標位置）、障害物等である。このような状況 s は、図2に示すマイクロコンピュータ26のROM28に予め設定されているか、もしくは各種センサ18, 20, 32, 34で検知した結果マイクロコンピュータ26のRAM30に蓄えられる。

【0021】図1の実施例では、指示語の解釈や生成の際に的確な視点をロボット10に選択させるために、身体的制約を用いた視点選択手法を採用する。身体的制約と視点との関係は図3および図4での指示語の用法の違いと、話し手と聞き手との身体的関係の違いに現れている。つまり、図3の例では、話し手と聞き手とが向き合っており、指示語「こっち」で話者の奉公を示している。図4では、2人一緒に歩いており、目的の方向を指示語「こっち」で指し示している。この実施例でのロボット10の視点選択手法は、このような身体的関係の違いをユーザの発話時の視点の推論に利用する。

【0022】ここで、発明者等がロボット10の実験に使った部屋は、図5に示すように、4m四方のほぼ正方形の部屋で、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。ユーザにはロボット10をスタートからゴールまで指示語を使って連れて行くタスクを与えた。

【0023】なお、部屋は4つのブロックに区分されていて、各ブロックにIR（赤外線）センサ38が設けられていて、このIRセンサ38によってロボット10がどのブロック中に存在するかを知ることができる。すなわち、IRセンサ38の出力がロボット10に有線または無線で送られる。ロボット10すなわちマイクロコンピュータ26では、4つのIRセンサ38の出力に基づいて、自分が部屋のどのブロックに位置しているかを知ることができる。

【0024】上述の身体的制約は、話し手と聞き手との位置関係や行動（まとめて「身体的関係」という。）に付随して生じる制約であり、以下のルール2で定義できる。

【0025】ルール2： $E(A_u(V_u, D_u), A_r(V_r, D_r))$

ここで、 A_u はユーザの行動、 A_r はロボット10の行動を表わし、 V_i および D_i ($i = u$ または r)は、それぞれ、ユーザまたはロボットの移動速度および移動方向を示している。

【0026】このルール2を適用すると、たとえばユーザとロボットとが向き合っているときには、 $E(A_u(0, robot), A_r(0, user))$ となる。ユーザとロボットとがともに或る速度 X で移動しているときには、 $E(A_u(X, goal), A_r(X, goal))$ と表わすことができる。つまり、ルール2は、身体的関係を元にした視点 i への制約となっていることが理解できる。

50 なお、ユーザの行動 $A_u(V_u, D_u)$ はイメージセンサ

20を利用した先に説明したユーザ追跡によってRAM 30内に蓄積される。ロボットの行動 $A_r(V_r, D_r)$ は、超音波センサ18, エンコーダ32およびコンパス34を含む各種センサを利用したロボット監視によってRAM 30内に蓄積される。

【0027】図5の部屋では、ユーザは3つの視点を探ることができる。ロボットと向かい合ったときの視点DV (Daily View: 対面視点), ユーザの上方から見た鳥瞰図視点BV (Bird's Eye View)そしてロボットと共通する視点SV (Shared View: 共有視点)である。視点DVおよびSVは、それぞれ、図3および図4の状況で成立し、ともにユーザとロボットとの関係に基づく視点である。これに対して、視点BVは、ユーザと部屋との間の関係(主として、距離)を元にした視点である。この場合、話し手は自分から遠い方向を「あっち」と、近い方向を「こっち」と表現するように、距離に応じて指示語を選択する。

【0028】ロボット10すなわちマイクロコンピュータ26の視点選択では、これら3つの視点と身体的関係との間に成立する身体的制約を利用する。そのために、ロボット10すなわちマイクロコンピュータ26のROM 28に、次表に示す、視点と各指示語の指示方向との関係を示す定義テーブルが設定されている。なお、表中「-」は、他の指示語の指示方向に当てはまらない方向であることを示す。

【0029】

【表1】

視点と指示方向

	こっち	そっち	あっち
DV	話し手の方向	聞き手の方向	-
BV	話し手の方向	-	話し手の遠方
SV	ゴール	-	-

【0030】発明者等の実験によって確認した、上記ルール2を適用した各視点の出現率は以下のとおりである。

【0031】ルール3: $E(A_u(0, robot), A_r(0, user))$ DV: 57.9%, BV: 37.7%, SV: 4.4%

ルール4: $E(A_u(X, goal), A_r(X, goal))$ DV: 48.3%, BV: 22.4%, SV: 29.3%

ルール3およびルール4の矢印の右側の項が、DV, BVおよびSVのどの視点のどのくらいの確率で視点に現れるかを示している。この出現確率は実験で実際に調べた値に基づくものである。たとえば、ルール3は、ユーザとロボットとが向かい合っている状況sのときには、がDVになり易いことを示している。ルール4はユーザとロボットとが並走している状況sでは、視点SVが出現し易いことを示している。

【0032】そして、実施例では、ルール3または4以

外の身体的制約には、以下のルールを用いる。その理由は、ユーザの視点が、ほとんどの場合、DVまたはBVであることに由来する。

【0033】ルール5: $E(A_u(X, X), A_r(X, X))$ DV: 50%, BV: 50%, SV: 0%

実施例では、ロボット10は、各種センサからのデータに基づいてロボット行動データ $A_r(V_r, D_r)$ を獲得し、イメージセンサからのデータに基づいてユーザ行動データ $A_u(V_u, D_u)$ を獲得する。そして、先に述べたルール2身体的制約を選択する。そして、指示語の解釈の処理と指示語の生成の処理の際に、身体的制約のルール3~5を適用する。つまり、身体的関係に応じて、指示語処理の際に使用する視点に上記出現確率に応じた重み付けを行う。

【0034】一例として、ルール3を適用する場合、マイクロコンピュータ26は、ランダム関数を用いて乱数を発生し、その乱数のモジュロ1000を求め、結果が「0-579」のときには視点DVを選択し、「580-957」のときには視点BVを選択し、「958-999」のときに視点SVを選択する。同様に、ルール4を適用する場合、マイクロコンピュータ26は、乱数のモジュロ1000を求め、結果が「0-483」のときには視点DVを選択し、「484-707」のときには視点BVを選択し、「708-999」のときに視点SVを選択する。ただし、ルール5を適用する場合、マイクロコンピュータ26は、ランダム関数を用いて乱数を発生し、その乱数が偶数か奇数かによって視点DVまたはBVを選択する。

【0035】指示語の解釈過程では、ロボット10すなわちマイクロコンピュータ26は、上述のようにして推論したユーザの視点および各種センサからの情報に基づく状況sに従って、ユーザが発話した指示語dを解釈する。したがって、ユーザ視点を推論するに当たって、身体的制約のルール3~5にある視点出現の割合に応じて確率的に視点を選択するので、ロボット10すなわちマイクロコンピュータ26がユーザ行動データ(イメージセンサ20出力でわかるユーザの移動速度と方向)とロボット行動データ(エンコーダ22出力等でわかるロボットの移動速度と方向)とによって得られる両者の身体的関係を反映した指示語の解釈を行う。なお、ルール2はルール3~5の一般表現である。

【0036】ここで、図6を参照して、ロボット10すなわちマイクロコンピュータ26の動作を説明する。マイクロコンピュータ26によって、ユーザが指示語を発話すると、それがマイク22(図2, 図3)によって感知され、マイクロコンピュータ26がこの図6のルーチンの実行を開始する。

【0037】図6の最初のステップS1では、マイクロコンピュータ26は、ルール1でのユーザの発話時の状況sのデータ、たとえばロボットの位置やスタート、ゴ

10

20

30

40

50

ール等の位置関係を取得する。続くステップS2において、先に説明したように種々のセンサからの出力に基づいてマイクロコンピュータ26は、ルール2すなわちルール3-5における、ユーザ行動データ A_u （ユーザの移動速度と方向）とロボット行動データ A_r （ロボットの移動速度と方向）を取得し、それらに基づいて、先に詳細に説明したルール3-5に従って、ユーザの視点 v を決定する。ステップS2でユーザ視点が選択的に決定される後、ステップS3において、マイクロコンピュータ26は、ルール1での対象 p を決定する。

【0038】たとえば、ユーザとロボットとが向き合っている場合、ユーザ行動データが $A_u(0, robot)$ となり、ロボット行動データが $A_r(0, user)$ となる。したがって、ステップS2では、ルール3に従って、 $v = DV$ を選択し易くなる。したがって、ユーザの指示語が「こっち」であった場合、ロボット10は、視点DVに基づきかつ先に挙げた表1に従って、対象 p として「 $p=user$ 」すなわち移動方向を決定することになる。

【0039】また、たとえば、ユーザとロボットとが速度10で並走している場合、ユーザ行動データが $A_u(10, goal)$ となり、ロボット行動データが $A_r(10, goal)$ となる。したがって、ステップS2では、ルール4に従って、 $v = SV$ を選択し易くなる。したがって、ユーザの指示語が「こっち」であった場合、ロボット10は、視点SVに基づきかつ先に挙げた表1に従って、対象 p として「 $p=goal$ 」を決定し、そのための移動方向を決定することになる。

【0040】このようにして決定された対象 p すなわち移動方向に応じて、ステップS4で、マイクロコンピュータ26はモータ36等に指令を与える。その指令に応じて、ロボット10がその移動方向つまりユーザの方向に移動する。

【0041】その後マイクロコンピュータ26は、ステップS5において、一定時間、ユーザからの返答を待つ。ユーザは、ロボット10の、ユーザが発した指示語に対して正しい方向に移動しているかどうかその一定時間内に返答する。ユーザからの返答があったとき、マイクロコンピュータ26は、ステップS6において、その返答が「ちがう」であるかどうか判断する。

【0042】ユーザからの返答が「ちがう」である場合、つまりロボット10がユーザからの指示語を誤って解釈した場合には、マイクロコンピュータ26は、先のステップS2~S5を再び実行する。このとき、マイクロコンピュータ26は、ルール3を再び適用して、別の視点を選択し直して、指示語を解釈する。つまり、ロボット10では、指示語の解釈を間違った場合、視点を選び直し、その変更した視点に従って指示語を表1に従って解釈する。

【0043】このように、実施例では、ロボット10における指示語解釈が間違いであった場合、次の候補の視

点で直ちに指示語を解釈し直すことができる。したがって、指示対象の再決定に有利である。また、再決定された指示対象を次の指示語解釈の候補として挙げることができるので、ユーザが別の指示語で指示し直した場合にも、速やかに指示語を解釈できる。

【0044】なお、ロボット10における指示語の解釈すなわち移動方向が間違っていなかった場合、ロボット10は、再びユーザからの指示語の入力を待つ。

【0045】上述の図6の実施例では、ロボット10はユーザの指示語を解釈するとそのまま決定した対象の方向へ移動した。しかしながら、図7の実施例では、ユーザの指示語を解釈したとき、ロボット10が指示語を生成しかつ発話して、ユーザに対して移動方向を確認することができる。

【0046】この発明の他の実施例である図7を参照して、図7のステップS11~S13は、図6のステップS1~S3と同様である。ステップS11では、図6のステップS1と同様にして、マイクロコンピュータ26は、ルール1でのユーザの発話時の状況 s のデータを取得する。続くステップS12において、図6のステップS2と同様にして、種々のセンサからの出力に基づいて、マイクロコンピュータ26は、ルール3-5における、ユーザ行動データ A_u とロボット行動データ A_r を取得し、それらに基づいて、ルール3-5に従って、ユーザの視点 v を決定する。ステップS12でユーザ視点が選択的に決定される後、ステップS13において、図6のステップS3と同様にして、マイクロコンピュータ26は、ルール1での対象 p を決定する。

【0047】その後、ステップS14では、ロボット10は、このようにして決定した対象 p に対するロボットの視点 O_r での指示語を生成する。

【0048】たとえば、ユーザとロボットとが向き合っている場合、ユーザ行動データが $A_u(0, robot)$ となり、ロボット行動データが $A_r(0, user)$ となる。したがって、ステップS14では、ルール3に従って、ロボットの視点として $v_r = DV$ を選択し易くなる。したがって、ユーザの指示語がたとえば「こっち」であってステップS13で決定した対象 p がたとえば「 $p=user$ 」であった場合、マイクロコンピュータ26は、ロボット視点 $v_r = DV$ に基づいて、確認のための指示語「そっちですね？」を生成し、その生成した指示語をスピーカ24を通して、ユーザに対して発話する。

【0049】なお、この対面視点DVにおいて、ユーザが発話した指示語が「そっち」であった場合には、ステップS13で対象 p として「 $p=robot$ 」が決定され、そのためロボット10が生成する指示語は、ロボット視点 O_r を基準にするために、「そっちですね？」となる。

【0050】また、たとえば、ユーザとロボットとが速度10で並走している場合、ユーザ行動データが $A_u(10, goal)$ となり、ロボット行動データが $A_r(1$

0, goal)となる。したがって、ステップS 1 4では、ルール4に従って、ロボットの視点として $r = S V$ を選択し易くなる。したがって、ユーザの指示語が「こっち」であってステップS 1 3で対象pとして「p=goal」が決定されたとき、この場合、ロボット10は、ロボット視点 $r = S V$ に基づき、ステップS 1 4において、確認のための指示語「こっちですね？」を生成し発話することになる。

【0051】その後、ステップS 1 5でユーザの返答を判断し、ロボット10の指示語解釈が間違いであったときには、再びステップS 1 2に戻り、そうでなければ、ステップS 1 3で決定しかつステップS 1 4で確認した移動方向へ移動する。

【0052】図7の実施例でも、マイクロコンピュータ26がロボット視点 O_r を決定する際に、図6または図7の実施例でユーザ視点 O_u を決めるときと同様に、ルール2すなわちルール3 - 5を適用して、視点DV, S VまたはB Vを確率的に選択し決定する。

【図面の簡単な説明】

【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】視点の違いによる指示語の意味の違いを説明する図解図である。

【図4】視点の違いによる指示語の意味の違いを説明する図解図である。

【図5】実験に用いた部屋の概要を示す図解図である。

【図6】図1および図2に示すロボットの動作の一例を示すフロー図である。

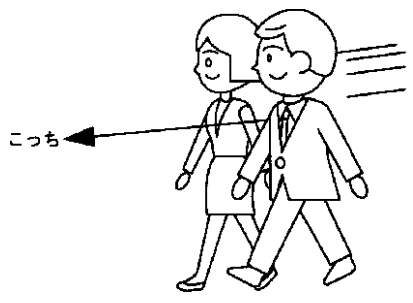
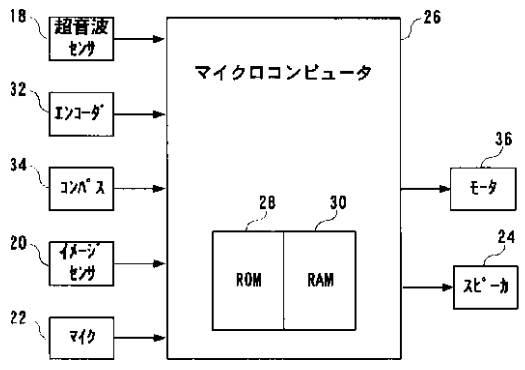
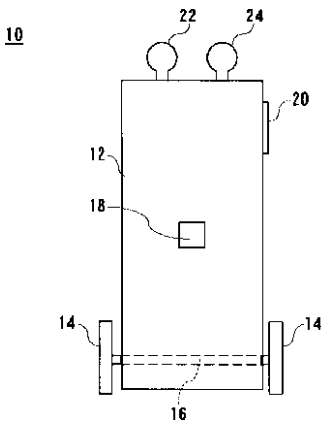
【図7】図1および図2に示すロボットの動作の他の例を示すフロー図である。

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

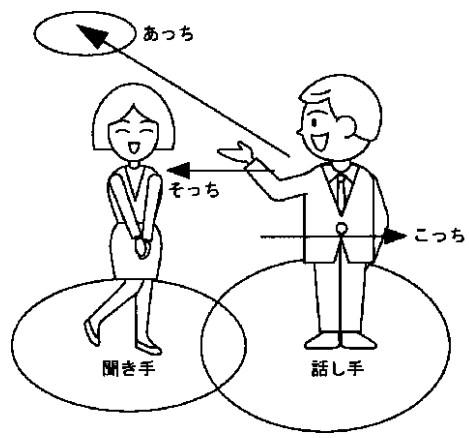
【図1】

【図2】

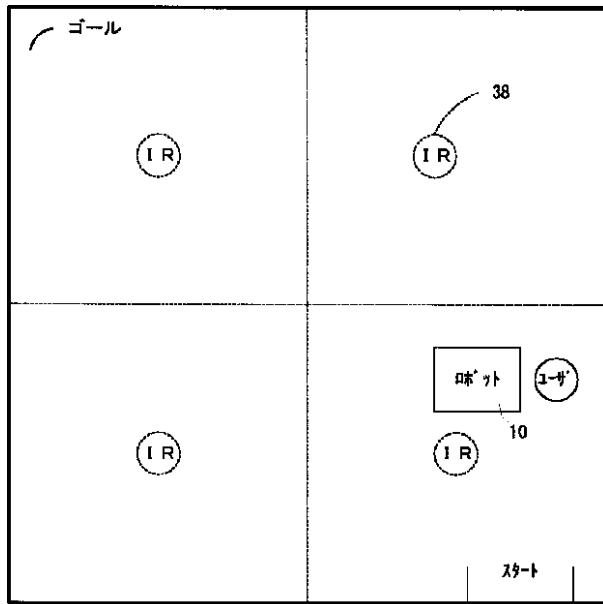
【図4】



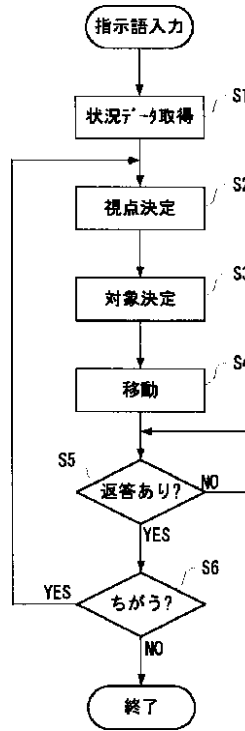
【図3】



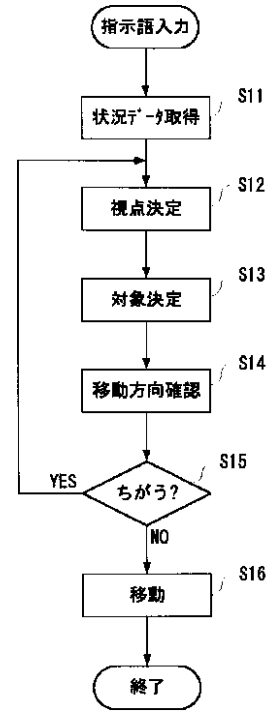
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 昭60 - 140405 (J P , A)
 特開2000 - 56827 (J P , A)
 特開2000 - 137160 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, D B 名)
 G05D 1/00
 G05D 1/02