

(19) 日本国特許庁 (JP)

## (12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4149213号  
(P4149213)

(45) 発行日 平成20年9月10日 (2008. 9. 10)

(24) 登録日 平成20年7月4日 (2008. 7. 4)

(51) Int. Cl.

F I

G 0 6 T 1/00 (2006. 01)

G 0 6 T 1/00 3 4 0 B

G 0 6 T 7/20 (2006. 01)

G 0 6 T 1/00 3 1 5

G 0 6 T 7/60 (2006. 01)

G 0 6 T 7/20 3 0 0 A

G 0 6 T 7/60 1 5 0 P

請求項の数 6 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2002-231899 (P2002-231899)  
 (22) 出願日 平成14年8月8日 (2002. 8. 8)  
 (65) 公開番号 特開2004-94288 (P2004-94288A)  
 (43) 公開日 平成16年3月25日 (2004. 3. 25)  
 審査請求日 平成16年10月13日 (2004. 10. 13)  
 (31) 優先権主張番号 特願2002-204048 (P2002-204048)  
 (32) 優先日 平成14年7月12日 (2002. 7. 12)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000005326  
 本田技研工業株式会社  
 東京都港区南青山二丁目1番1号  
 (74) 代理人 100064908  
 弁理士 志賀 正武  
 (74) 代理人 100108578  
 弁理士 高橋 詔男  
 (74) 代理人 100101465  
 弁理士 青山 正和  
 (74) 代理人 100094400  
 弁理士 鈴木 三義  
 (74) 代理人 100107836  
 弁理士 西 和哉  
 (74) 代理人 100108453  
 弁理士 村山 靖彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 指示位置検出装置及び自律ロボット

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

複数のカメラで撮影した画像から人物を検出し、該人物が指示する位置を検出する指示位置検出装置において、

前記画像に基づいて少なくとも距離情報を含む前記人物の頭部位置を検出する手段と、

前記画像に基づいて少なくとも距離情報を含む前記人物の手の位置を検出する手段と、

前記検出された手の位置に基づいて手先の位置および手の向きを算出する手段と、

前記検出された頭部位置と前記検出された手先の位置及び手の向きに基づいて、人物が指示する方向を検出する手段を備え、

前記検出された人物が指示する方向に基づいて指示する位置を検出するようにしたことを特徴とする指示位置検出装置。

10

## 【請求項 2】

前記検出された頭部位置に基づいて目の位置を算出する手段をさらに備え、前記人物が指示する方向を検出する手段は、前記目の位置と手先の位置及び手の向きに基づいて人物が指示する方向を検出することを特徴とする請求項 1 に記載の指示位置検出装置。

## 【請求項 3】

前記手の位置を検出する手段は、前記手の位置に基づいて画像中に所定の探索領域を設定する手段をさらに備えたことを特徴とする請求項 1 に記載の指示位置検出装置。

## 【請求項 4】

前記探索領域内に存在する手を構成する画素データの分布に基づいて手の向きを検出す

20

るようにしたことを特徴とする請求項 3 に記載の指示位置検出装置。

【請求項 5】

前記検出された人物が指示する方向と画像中に存在する所定の物体との交点を算出し、指示する位置を検出することを特徴とする請求項 1 または 3 に記載の指示位置検出装置。

【請求項 6】

請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の指示位置検出装置を備えた自律ロボット。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、画像を使用して人間の姿勢を認識することにより人間が出す指示位置を検出する指示位置検出装置及び自律ロボットに関する。

10

【0002】

【従来の技術】

従来から人間が発する音声指示を音声認識することにより、自己に対する指示を認識して行動を起こす自律ロボットが知られている。これは、自律ロボットに対して指示する場合において、指示する者は特別な装置を用いることなく指示を与えることができるという特徴を有している。

ところで、音声による指示系統は、騒音が多い場所では音声認識率が低下するため、指示を正確に伝達することができないという問題を有している。さらに、音声認識は、認識率を向上させるためには音声を発する人物の音声を予め登録する必要がある、誰でも指示を

20

【0003】

このような問題を解決するために、画像情報を用いて人物の身体姿勢を認識し、その姿勢が意味する指示を認識する手法が試みられている。例えば、電気学会論文誌 C 電子・情報・システム部門誌 Vol.121-C(2001.9)p1388-p1394「マルチカメラを用いた全方位ポインティングジェスチャの方向推定」(以下、先行技術 1 と称する)に記載されたポインティングジェスチャの方向推定方法が知られている。この方法は、まず、複数のカメラで人物を撮影し得られた画像から顔領域抽出を行い、顔向き推定結果に基づき正面顔を検出し、さらに眼部位置を特定する。次に、得られた画像から手領域抽出を行い、この手領域の端部を指先位置として特定する。そして、ここで得られた眼部と指先の空間位置を求め、この 2 点を結んだ延長線をポインティング方向として推定するものである。また、電気学会論文誌 C 電子・情報・システム部門誌 Vol.121-C(2001.9)p1464-p1470「実空間にマークを投影するインタラクティブハンドポイントの構成」(以下、先行技術 2 と称する)に記載されたインタラクティブハンドポイントの方法が知られている。この方法は、単純な背景下において指示を出す人物の手をカメラで撮影し得られた画像と予め用意された指先のテンプレート画像とのブロックマッチングによって得られた指先位置と、この位置から一定領域内にある指の付け根の中心位置とを結ぶ直線を指差し方向とするものである。これらの方法によれば、指示を出す人物の指先が指している方向の物体を認識して、ロボットが次の動作を起こすなどのヒューマン・ロボットインタフェースとして利用可能である。

30

40

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、先行技術 1 のように、頭と手先を結ぶ仮想の直線の延長線に基づいて指示位置とする方法は、指示対象までの距離が長くなるにしたがって検出位置の偏差が大きくなり、この偏差を小さくするためには特別な指示方法をしなければならないという問題がある。また、この方法は、画像から抽出した手領域の重心位置から最も離れた点を指先位置としているため、腕を曲げて指示をすると全く異なった位置を示したものと認識されてしまうという問題がある。

また、先行技術 2 のように、単純背景下において指先とその向きを検出する方法は、既知の背景である必要があるとともに、カメラの設置場所についても制限があるという問題が

50

ある。また、この方法は検出範囲が狭く近距離の位置を指差す以外は偏差が大きくなるという問題がある。

【 0 0 0 5 】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、自然な状態で指示動作をすることができ、かつ精度の高い指示位置検出を行うことが可能な指示位置検出装置及び指示位置検出結果に基づいて行動を起こす自律ロボットを提供することを目的とする。

【 0 0 0 6 】

【課題を解決するための手段】

請求項 1 に記載の発明は、複数のカメラで撮影した画像から人物を検出し、該人物が指示する位置を検出する指示位置検出装置において、前記画像に基づいて少なくとも距離情報を含む前記人物の頭部位置を検出する手段と、前記画像に基づいて少なくとも距離情報を含む前記人物の手の位置を検出する手段と、前記検出された手の位置に基づいて手先の位置および手の向きを算出する手段と、前記検出された頭部位置と前記検出された手先の位置及び手の向きに基づいて、人物が指示する方向を検出する手段を備え、前記検出された人物が指示する方向に基づいて指示する位置を検出するようにしたことを特徴とする。

10

この構成によれば、距離情報を含む手の位置から手の向きと手先位置を検出するとともに、距離情報を含む人物の頭の位置を検出し、検出された頭部位置と手先の位置と手の向きに基づいて、人物が指示する方向を検出するようにし、この方向から指示する位置を検出するようにしたため、精度良く指示位置を検出することができる。また、手の向きに基づいて指示位置を検出するようにしたため、腕を曲げて精度良く指示位置の検出が可能となる。さらに、距離情報を含む位置に基づいて指示位置を検出するようにしたため、検出時のカメラの設置位置や背景の制限を無くすることができる。

20

【 0 0 0 7 】

請求項 2 に記載の発明は、前記検出された頭部位置に基づいて目の位置を算出する手段をさらに備え、前記人物が指示する方向を検出する手段は、前記目の位置と手先の位置及び手の向きに基づいて人物が指示する方向を検出することを特徴とする。

この構成によれば、目の位置と手先の位置と手の向きに基づいて人物が指示する方向を検出するようにしたため、人物が指示する位置をさらに高精度に検出することができる。

【 0 0 0 8 】

請求項 3 に記載の発明は、前記手の位置を検出する手段は、前記手の位置に基づいて画像中に所定の探索領域を設定する手段をさらに備えたことを特徴とする。

30

この構成によれば、手の位置に基づいて画像中に所定の探索領域を設定するようにしたため、手先の位置及び手の向きを検出する速度を向上することができる。

【 0 0 0 9 】

請求項 4 に記載の発明は、前記探索領域内に存在する手を構成する画素データの分布に基づいて手の向きを検出するようにしたことを特徴とする。

この構成によれば、探索領域内に存在する手を構成する画素データの分布に基づいて手の向きを検出するようにしたため、複雑な処理を用いることなく演算のみによって手の向きを検出することができる。

【 0 0 1 0 】

40

請求項 5 に記載の発明は、前記検出された人物が指示する方向と画像中に存在する所定の物体との交点を算出し、指示する位置を検出することを特徴とする。

この構成によれば、検出された人物が指示する方向と画像中に存在する所定の物体との交点を算出し、指示する位置を検出するようにしたため、床や壁などを指差した場合においても簡単な演算で位置の検出をすることができる。

【 0 0 1 1 】

請求項 6 に記載の発明は、自律ロボットに請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の指示位置検出装置を備えたことを特徴とする。

この構成によれば、指示位置を高精度に検出することができる指示位置検出装置を自律ロボットに備えたため、高度なヒューマン・ロボットインタフェースを実現することができ

50

る。

#### 【 0 0 1 2 】

##### 【 発明の実施の形態 】

以下、本発明の一実施形態による指示位置検出装置及び自律ロボットを図面を参照して説明する。図 1 は同実施形態の構成を示すブロック図である。符号 1 は、2 台のカラー CCD を用いたステレオカメラ（以下、単にカメラと称する）である。符号 2 は、カメラ 1 で得られた画像に基づいて人物の指示を認識する指示位置検出部である。符号 3 は、人物が発する音声を集音するマイクである。符号 4 は、マイク 3 で集音した音声を認識する音声認識部である。符号 5 は、指示位置検出部 2 における指示位置検出結果に基づいて、自己（自律ロボット）の行動を起こすための処理を行う応答処理部である。符号 6 は、応答処理部 5 の出力に基づいて自律ロボットの動作（脚、頭部、腕等を動かす）を制御する行動制御部である。

10

#### 【 0 0 1 3 】

符号 2 1 は、カメラ 1 で得られた画像に対して、後の処理を簡単にするための前処理を施す前処理部であり、カメラ 1 から得られる 2 枚の画像に基づいて距離画像を求める処理と、カメラ 1 から得られるいずれかの画像からエッジ抽出と肌色領域の抽出を行う処理とを行う。符号 2 2 は、前処理が施された画像から動きのある移動体を抽出する動的輪郭抽出部である。符号 2 3 は、動的輪郭抽出部 2 2 における輪郭抽出結果に基づいて人物の頭位置（頭部の上端）を抽出する頭位置抽出部である。符号 2 4 は、頭位置抽出部 2 3 における頭位置抽出結果に基づいて人物の顔位置を抽出する顔位置抽出部である。符号 2 5 は、動的輪郭抽出部 2 2 における輪郭抽出結果に基づいて人物の手（掌及び腕を含む）を抽出する手位置抽出部である。符号 2 6 は、手位置抽出部 2 5 における手位置抽出結果に基づいて手先の位置を抽出する手先位置抽出部である。符号 2 7 は、頭位置抽出部 2 3、顔位置抽出部 2 4、手位置抽出部 2 5、手先位置抽出部 2 6 のそれぞれの出力結果に基づいて、人物の指示を認識する指示方向算出部である。指示方向算出部 2 7 は、得られた処理結果に基づいて、人物が指差している方向を検出して、この方向を応答処理部 5 へ出力する。

20

#### 【 0 0 1 4 】

ここで、自律ロボット R の構成を簡単に説明する。図 1 4 は、二足歩行の人間型自律ロボット R の外観を示す説明図である。この図において、符号 R 1 は、指示位置検出部 2、応答処理部 5、行動制御部 6 が搭載される制御装置搭載部である。符号 R 2 は、頭部であり、カメラ 1、マイク 4、スピーカ 5 が備えられる。符号 R 3 は腕部であり、符号 R 4 は脚部である。頭部 R 2、腕部 R 3、脚部 R 4 の動作は、行動制御部 7 によって制御される。

30

#### 【 0 0 1 5 】

##### < 第 1 の指示位置検出動作 >

次に、図 1 に示す指示位置検出部 2 の動作を説明する。初めに、図 2 を参照して、第 1 の指示位置検出動作を説明する。まず、前処理部 2 1 は、カメラ 1 で得られる 2 枚の画像から距離画像を生成して、内部に保持する。続いて、前処理部 2 1 は、2 台のカメラ 1 のうち基準カメラとして予め決められている一方のカメラの基準画像からエッジ抽出と肌色領域抽出を行い、抽出結果を内部に保持する。

40

#### 【 0 0 1 6 】

次に、動的輪郭抽出部 2 2 は、スネーク手法を用いて動的な輪郭抽出を行い、人物である可能性が高い部分の輪郭を抽出して（ステップ S 1）出力する。スネーク手法は、スネーク（snake）と呼ばれる動的な閉曲線による輪郭線モデルを用いることが特徴で、画像中で物体の形状が時間的に変化していても対象物体の形状の抽出が可能であるという特徴を有している。このスネークは、対象物体の形状とスネークの形状が一致したときにエネルギーが最小になるように、その位置と形状によりエネルギー関数を設定する。具体的には曲線の滑らかさによる内部的なエネルギー、曲線と対象物体の輪郭との誤差のエネルギー、外的な拘束力によるエネルギーなどの和によって定義される。画像中の対象物体の輪郭に対して、エネルギーが局所最小解に到達するまで、位置と形状を動的に調整して

50

いくことによって、輪郭形状の抽出問題がエネルギー最小化という最適化問題として扱うことが可能となる。これによって、画像中における人物である可能性が高い領域を得ることができる。

#### 【0017】

次に、頭位置抽出部23は、動的輪郭抽出部22の出力に基づいて、頭位置を抽出する(ステップS2)。ここで、頭位置を抽出する動作を図3、図9(a)を参照して説明する。図9(a)において、符号Aは、動的輪郭抽出部22の出力である動的輪郭である。まず、この動的輪郭で囲まれる領域の重心位置(1)を求め(ステップS6)、続いて、輪郭内の平均距離を距離画像を参照して求める(ステップS7)。次に、頭位置探索領域を設定する(ステップS8)。これは、輪郭重心のx座標に予め決められた人間の平均肩幅Wの1/2を加算と減算して得られるx座標値を求め、この2つのx座標値を通る垂直線(符号イ、ロ)を求める(2)。そして、2つの垂直線に挟まれた領域を探索領域とする。次に、この探索領域内の最上端を頭位置(3)とする(ステップS9)。この頭位置座標は指示方向算出部27と顔位置抽出部24へ通知される。

#### 【0018】

次に、手位置抽出部25は、動的輪郭抽出で抽出された輪郭内における手の位置を抽出する(ステップS3)。ここで、図4を参照して、手位置抽出動作を説明する。手位置抽出部25は、頭位置座標と左右の手の届く範囲に基づいて手の探索領域を設定する(ステップS10)。続いて、手位置抽出部25は、先に設定した手の探索領域内に存在する動的輪郭抽出で抽出された輪郭内の平均距離を求める(ステップS11)。そして、手位置抽出部25は、ここで求めた平均距離が動的輪郭全体の平均距離 $\pm$ 内に収まっていれば、この輪郭を手と見なす判定をする(ステップS12)。ここで、は腕の長さに相当する値に設定する。ここで、抽出された手位置の座標は、手先位置抽出部26へ通知される。

#### 【0019】

次に、指示方向算出部27は、頭位置抽出部23、顔位置抽出部24及び手先位置抽出部26のそれぞれから通知された頭位置及び顔位置、手先位置に基づいて指示方向の判定を行う(ステップS4)。

#### 【0020】

ここで、図10~13を参照して、ステップS4において頭位置抽出部23、顔位置抽出部24及び手先位置抽出部26のそれぞれから通知された頭位置及び顔位置、手先位置に基づいて指示方向の判定を行うことにより、人物が指差している位置を検出する動作を説明する。図10は、指示方向算出部27の動作を示すフローチャートである。図11~13は、指示方向算出動作を示す説明図である。

まず、顔位置抽出部24は、頭位置抽出部23より指示を出す人物の頭位置情報を取得する。また、手先位置抽出部26は、指示を出す人物の手位置情報を取得する(ステップS51)。ここで得られる情報は、頭位置の座標値、顔の中心部座標値と顔部分の肌色領域面積と髪部分の黒色領域面積、手位置の座標値である。

#### 【0021】

次に、手先位置抽出部26は、取得した手位置の座標値 $P_{arm}$ (図11(a))を中心点とする探索円を設定する。この探索円の直径は、腕より小さく、拳(掌)より大きくするように設定する。例えば、半径12cmと予め決めておき、手位置の座標値 $P_{arm}$ に基づき、カメラ1との距離を考慮して、画像上における探索円の大きさを決定して2次元画像上に設定する(図11(b))。続いて、手先位置抽出部26は、探索円内に存在する手の画素を抽出する。この抽出処理によって、各画素の3次元空間上の座標値が得られることとなる。そして、指示方向算出部27は、得られた複数の3次元座標値を用いて主成分分析の固有値解析法により手の主軸に相当する直線(図11(c))に示す符号Lを求める(ステップS52)。この直線は、3次元空間上の直線となる。

#### 【0022】

次に、手先位置抽出部26は、求めた主軸と探索円内に存在する手を構成する画素の座標

10

20

30

40

50

値より、探索円内存在する手の両端（図 1 1（d）に示す符号 E 1、E 2）を求める（ステップ S 5 3）。

【 0 0 2 3 】

次に、先に求めた探索円内存在する手の両端のうち、どちらが手の先端であることを判定し、手先位置 P handと手の方向ベクトル V arm（図 1 1（e））を求める（ステップ S 5 4）。手の先端であるか否かの判定は、求めた両端に半径 2 0 c m探索円を設定し、2つの探索円内に手の部分に相当する画素が存在するか否かで判定する。図 1 1（e）の例では、探索円 C 1 内には、図 1 1（b）の探索円で抽出した手の部分のみが存在するのに対して、探索円 C 2 内には、図 1 1（b）の探索円で抽出した手の部分以外の腕の部分が含まれているため、探索円 C 1 側の端点 E 1 が手先であることを判定することができる。

10

【 0 0 2 4 】

これまでの動作によって、指示を出す人物の手先位置と手の方向ベクトルが求められたこととなり、ここで得られた結果は、指示方向算出部 2 7 へ出力する。

【 0 0 2 5 】

次に、顔位置抽出部 2 4 は、顔部分の肌色領域面積と髪部分の黒色領域面積との比によって顔の向きを求め、さらに、目の位置を求める（ステップ S 5 5）。目の位置は、以下のようにして求める。まず、顔の中心部座標値 P headの x 成分の座標値（カメラ 1 からの距離方向）のみに 8 c mを加算し、得られた座標値 P 'headを中心として球面を定義し、仮想の頭とする。そして、球面の中心座標 P 'headと先に求めた手先位置座標 P handとを結ぶ線分と仮想の頭である球面との交点 C の x 座標値の垂直面を定義し、交点 C の z 座標を垂直に球面の中心から + 1 5 °回転した位置を目の位置 P eyeとする（図 1 2）。この目の位置 P eyeは、指示方向算出部 2 7 へ出力する。

20

【 0 0 2 6 】

次に、指示方向算出部 2 7 は、目の位置 P eyeと手先位置 P handとを結ぶベクトル V ey\_haを求める（ステップ S 5 6）。続いて、指示方向算出部 2 7 は、（1）式によって、目の位置 P eyeと手先位置 P handとを結ぶベクトル V ey\_haと、手の方向ベクトル V armとを正規化して、合成ベクトル V poを求める（ステップ S 5 7）。

【数 1】

30

$$V_{po} = \left( \frac{V_{ey\_ha}}{|V_{ey\_ha}|} + \frac{V_{arm}}{|V_{arm}|} \right) \dots (1)$$

【 0 0 2 7 】

次に、指示方向算出部 2 7 は、直前の 6 フレーム以上の画像から取得した V armと P armとから、平均ベクトルを求め、この平均ベクトルとの角度差が最小と最大であるものを取り除いたもののみから再び平均ベクトルを求め、この平均ベクトルとの角度差が所定値以内であるものが 4 フレーム以上得られたか否かを判定し（ステップ S 5 8）、この条件を満たすまで処理を繰り返す。

40

【 0 0 2 8 】

次に、指示方向算出部 2 7 は、合成ベクトル V poを延長して、物体との交点を求める（ステップ S 5 9）。この交点が、指示を出す人物が指差している位置に相当する。このとき、物体を床面とすると、指示を出した人物の足元に基づいて床面高さを求めるか、カメラ 1 の位置、パン角及びチルト角に基づいて床面の高さを求めるようにすれば、合成ベクトル V poと床面の交点 F は算術演算で求めることが可能である（図 1 3）。

【 0 0 2 9 】

50

< 第 2 の指示位置検出動作 >

次に、図 5 を参照して、第 2 の指示位置検出動作を説明する。図 5 は、図 2 に示す手位置抽出 (ステップ S 3) の動作を示す図であり、図 4 に示す第 1 の指示位置検出動作における手位置抽出動作に相当するものである。

まず、手位置抽出部 25 は、頭位置座標と左右の手の届く範囲に基づいて手の探索領域を設定する (ステップ S 21)。続いて、手位置抽出部 25 は、前処理で得られた肌色領域と動的領域に基づいて、動的領域内の肌色領域を抽出する (ステップ S 22)。次に、手位置抽出部 25 は、距離画像を参照して、ここで得られた肌色領域の平均距離を求める (ステップ S 23)。そして、手位置抽出部 25 は、ここで求めた平均距離が動的輪郭全体の平均距離  $\pm$  内に収まっていれば、この輪郭を手と見なす判定をする (ステップ S 24)。ここで、 $\pm$  は腕の長さである。ここで、抽出された手位置の座標は指示方向算出部 27 へ通知される。

第 2 の指示位置検出動作において、図 5 に示す手位置抽出動作以外は、第 1 の指示位置検出動作と同一である。

【 0 0 3 0 】

< 第 3 の指示位置検出動作 >

次に、図 6、7、8 を参照して第 3 の指示位置検出動作を説明する。まず、前処理部 21 は、カメラ 1 で得られる 2 枚の画像から距離画像を生成して、内部に保持する。続いて、前処理部 21 は、2 台のカメラ 1 のうち基準カメラとして予め決められている一方のカメラの基準画像からエッジ抽出と肌色領域抽出を行い、抽出結果を内部に保持する。次に、動的輪郭抽出部 22 は、スネーク手法を用いて動的な輪郭抽出を行い、人物である可能性が高い部分の輪郭を抽出して (ステップ S 31) 出力する。

【 0 0 3 1 】

次に、頭位置抽出部 23 は、動的輪郭抽出部 22 の出力に基づいて、頭位置を抽出する (ステップ S 32)。ここでの動作は、第 1 の動作と同一であるので、詳細な説明を省略する。ここで抽出された頭位置座標は顔位置抽出部 24、指示方向算出部 27、手位置抽出部 25 へそれぞれ通知される。

【 0 0 3 2 】

次に、顔位置抽出部 24 は、人物の顔の中心点を抽出する (ステップ S 33)。ここで、図 7、9 を参照して、顔の中心点を抽出する動作を説明する。まず、顔位置抽出部 24 は、顔探索領域を設定する (ステップ S 38)。この顔探索領域は、先に求めた頭位置の座標を参照して、頭位置を上端として予め決められている標準顔の大きさに基づく空間領域を論理的に定義することにより設定する。続いて、顔位置抽出部 24 は、先に設定した顔探索領域内の肌色領域を抽出し、この肌色領域の中心を顔位置として抽出する (ステップ S 39)。これによって図 9 (b) に示す顔位置 (4) が抽出されたこととなる。

【 0 0 3 3 】

次に、手位置抽出部 25、手先位置抽出部 26 は、手位置と手先 (手首より先の部分) を抽出する (ステップ S 35)。ここで、図 8 を参照して、手位置抽出動作および手先抽出動作を説明する。手位置抽出部 25 は、頭位置座標と左右の手の届く範囲に基づいて手の探索領域を設定する (ステップ S 41)。続いて、手位置抽出部 25 は、前処理で得られた肌色領域と動的領域に基づいて、動的領域内の肌色領域を抽出する (ステップ S 42)。次に、手位置抽出部 25 は、距離画像を参照して、ここで得られた肌色領域の平均距離を求める。そして、手位置抽出部 25 は、ここで求めた平均距離が動的輪郭全体の平均距離  $\pm$  内に収まっていれば、この輪郭を手と見なす判定をする (ステップ S 43)。ここで、 $\pm$  は腕の長さである。

【 0 0 3 4 】

次に、手先位置抽出部 26 は、ステップ S 43 において手と見なす輪郭の中心を基準として手先位置抽出用探索範囲を設定する (ステップ S 44)。この探索範囲は、距離画像を参照して、人物の腕の長さを推定して設定する。続いて手先位置抽出部 26 は、手先位置抽出用探索範囲内における肌色領域の輪郭の上下左右の端点を抽出する (ステップ S 45)

10

20

30

40

50

）。そして、手位置抽出部 25 は、得られた端点のうち顔の中心から最も遠い端点を手先位置として抽出する（ステップ S 46）。この手先位置座標は、指示方向算出部 27 へ通知される。

#### 【0035】

次に、指示方向算出部 27 は、通知された頭位置、顔位置及び手先位置座標に基づいて指示方向を判定する（ステップ S 35）。この指示方向判定処理動作は前述した動作と同一であるので、ここでは詳細な説明を省略する。

#### 【0036】

このように、指示位置検出を行う対象となる人物の抽出に動的輪郭抽出を適用するとともに、同時に距離画像を参照するようにしたため、複数の人物が視野内に存在する場合であっても指示位置検出を確実に行うことが可能となるとともに、抽出された輪郭情報から顔や手などの人物の特徴点を検出し、これらの特徴点の位置関係から人物が指差している位置を検出するようにしたため、信頼性が高くかつ高速処理が可能である指示位置検出を実現することができる。また、床面等の位置を正確に指示することができるため、自律ロボットに対して移動先を指示したり、床に落ちたものを拾うように指示したりすることが容易になる。

#### 【0037】

なお、図 1 における各処理部の機能を実現するためのプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することにより指示位置検出処理及び応答処理を行ってもよい。なお、ここでいう「コンピュータシステム」とは、OS や周辺機器等のハードウェアを含むものとする。また、「コンピュータシステム」は、WWWシステムを利用している場合であれば、ホームページ提供環境（あるいは表示環境）も含むものとする。また、「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、フレキシブルディスク、光磁気ディスク、ROM、CD-ROM 等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶装置のことをいう。さらに「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、インターネット等のネットワークや電話回線等の通信回線を介してプログラムが送信された場合のサーバやクライアントとなるコンピュータシステム内部の揮発性メモリ（RAM）のように、一定時間プログラムを保持しているものも含むものとする。

#### 【0038】

また、上記プログラムは、このプログラムを記憶装置等に格納したコンピュータシステムから、伝送媒体を介して、あるいは、伝送媒体中の伝送波により他のコンピュータシステムに伝送されてもよい。ここで、プログラムを伝送する「伝送媒体」は、インターネット等のネットワーク（通信網）や電話回線等の通信回線（通信線）のように情報を伝送する機能を有する媒体のことをいう。また、上記プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであってもよい。さらに、前述した機能をコンピュータシステムにすでに記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるもの、いわゆる差分ファイル（差分プログラム）であってもよい。

#### 【0039】

#### 【発明の効果】

以上説明したように、請求項 1 に記載の発明によれば、距離情報を含む手の位置から手の向きと手先位置を検出するとともに、距離情報を含む人物の頭の位置を検出し、検出された頭部位置と手先の位置と手の向きに基づいて、人物が指示する方向を検出するようにし、この方向から指示する位置を検出するようにしたため、人物の意図する指示位置を高精度に検出することができるという効果が得られる。また、手の向きに基づいて指示位置を検出するようにしたため、腕を曲げて精度良く指示位置の検出が可能になるという効果が得られる。さらに、距離情報を含む位置に基づいて指示位置を検出するようにしたため、検出時のカメラの設置位置や背景の制限を無くすることができるという効果が得られる。

また、請求項 2 に記載の発明によれば、目の位置と手先の位置と手の向きに基づいて人物が指示する方向を検出するようにしたため、人物が指示する位置をさらに高精度に検出

10

20

30

40

50



することができるという効果が得られる。

また、請求項 3 に記載の発明によれば、手の位置に基づいて画像中に所定の探索領域を設定するようにしたため、手先の位置及び手の向きを検出する速度を向上することができるという効果が得られる。

また、請求項 4 に記載の発明によれば、探索領域内に存在する手を構成する画素データの分布に基づいて手の向きを検出するようにしたため、複雑な処理を用いることなく演算のみによって手の向きを検出することができるという効果が得られる。

また、請求項 5 に記載の発明によれば、検出された人物が指示する方向と画像中に存在する所定の物体との交点を算出し、指示する位置を検出するようにしたため、床や壁などを指差した場合においても簡単な演算で位置の検出をすることができるという効果が得られる。

10

また、請求項 6 に記載の発明によれば、指示位置を高精度に検出することができる指示位置検出装置を自律ロボットに備えたため、高度なヒューマン・ロボットインタフェースを実現することができるという効果が得られる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の一実施形態の構成を示すブロック図である。

【図 2】 図 1 に示す指示位置検出部 2 の動作を示すフローチャートである。

【図 3】 図 1 に示す指示位置検出部 2 の動作を示すフローチャートである。

【図 4】 図 1 に示す指示位置検出部 2 の動作を示すフローチャートである。

【図 5】 図 1 に示す指示位置検出部 2 の動作を示すフローチャートである。

20

【図 6】 図 1 に示す指示位置検出部 2 の動作を示すフローチャートである。

【図 7】 図 1 に示す指示位置検出部 2 の動作を示すフローチャートである。

【図 8】 図 1 に示す指示位置検出部 2 の動作を示すフローチャートである。

【図 9】 図 1 に示す指示位置検出部 2 の動作を示す説明図である。

【図 10】 指示方向を算出する動作を示すフローチャートである。

【図 11】 手先位置を算出する動作を示す説明図である。

【図 12】 指差している方向を算出する動作を示す説明図である。

【図 13】 指差している方向を算出する動作を示す説明図である。

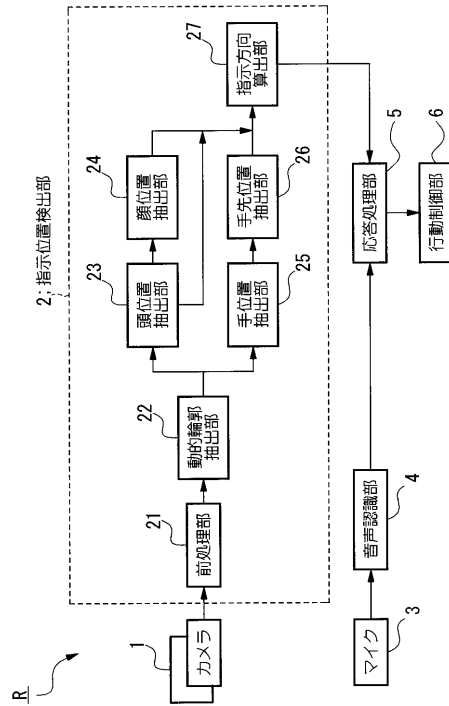
【図 14】 自律ロボットの外観を示す説明図である。

#### 【符号の説明】

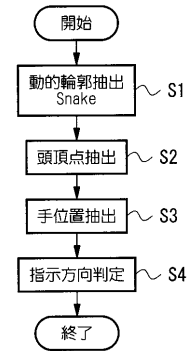
30

1・・・カメラ	2・・・指示位置検出部
2 1・・・前処理部	2 2・・・動的輪郭抽出部
2 3・・・頭位置抽出部	2 4・・・顔位置抽出部
2 5・・・手位置抽出部	2 6・・・手先位置抽出部
2 7・・・指示方向算出部	5・・・応答処理部
6・・・行動制御部	

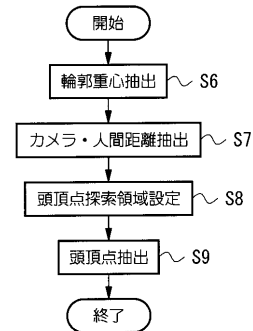
【図 1】



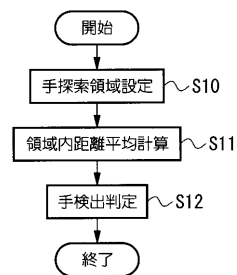
【図 2】



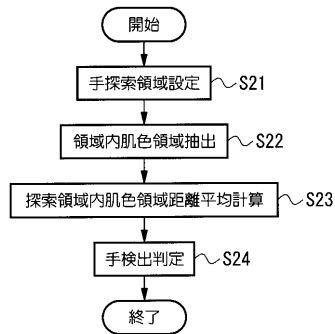
【図 3】



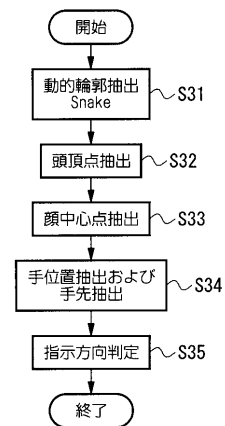
【図 4】



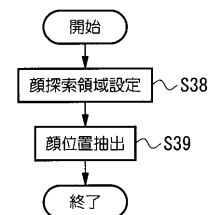
【図 5】



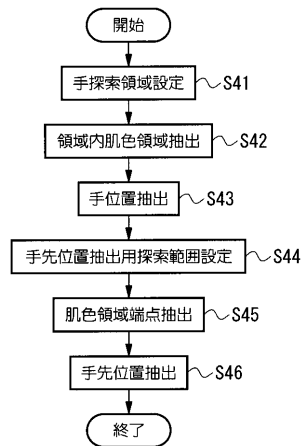
【図 6】



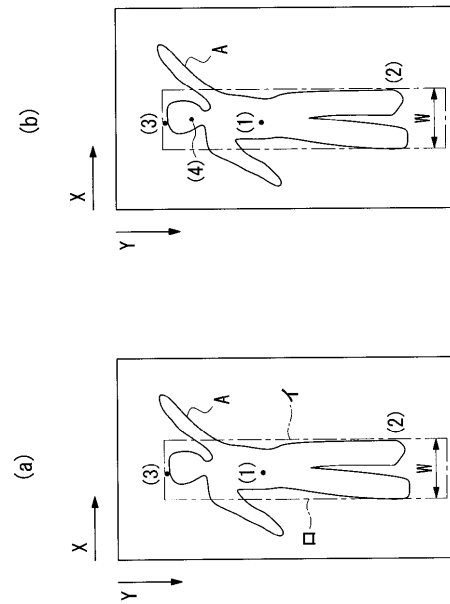
【図 7】



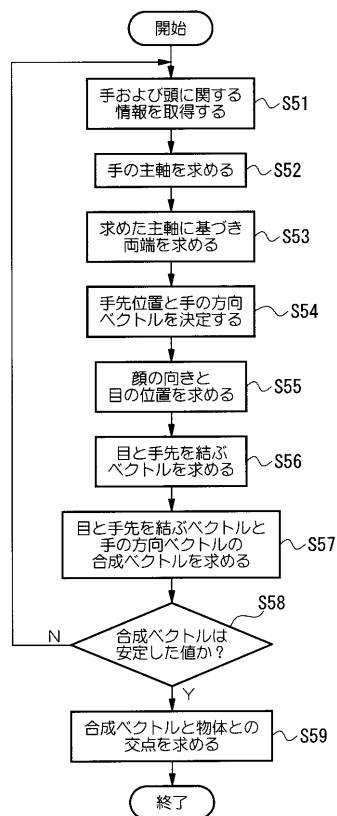
【図 8】



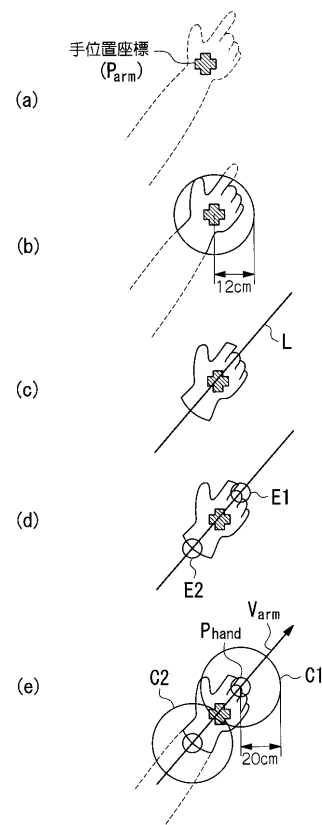
【図 9】



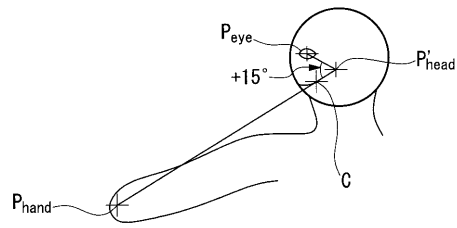
【図 10】



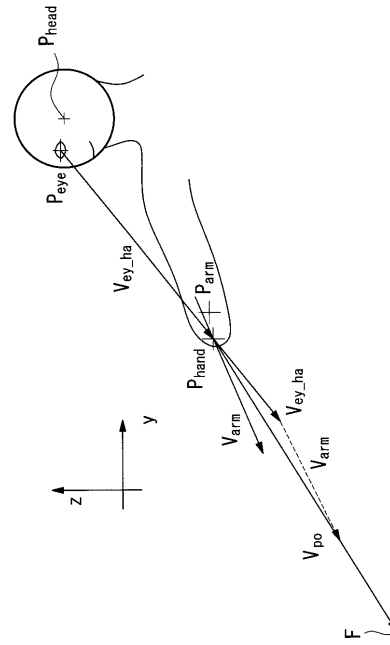
【図 11】



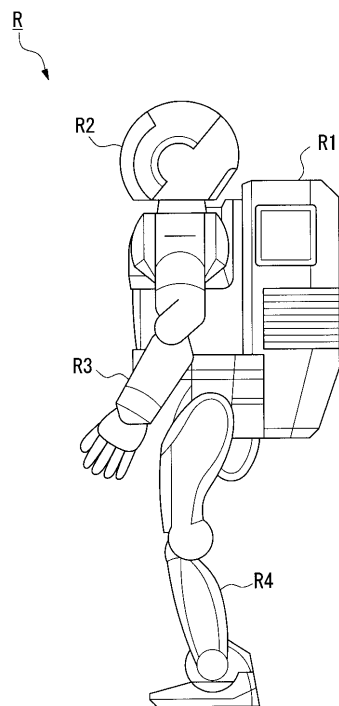
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



---

フロントページの続き

(72)発明者 横山 太郎

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

審査官 岡本 俊威

(56)参考文献 国際公開第01/069365(WO, A1)

渡辺博己・本郷仁志・安本護・山本和彦, マルチカメラを用いたポインティングジェスチャの方向推定, 電気学会研究会資料, 日本, 社団法人電気学会, 2000年12月, IP-00-7・IIS-00-46, p37-42

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06T 1/00

G06T 7/00-7/60

G06F 3/03