

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6823327号  
(P6823327)

(45) 発行日 令和3年2月3日(2021.2.3)

(24) 登録日 令和3年1月13日(2021.1.13)

(51) Int.Cl.

F 1

A61B 5/00 (2006.01)

A61B 5/00

102C

G05D 1/02 (2020.01)

G05D 1/02

H

A61B 5/01 (2006.01)

A61B 5/01

350

請求項の数 4 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2019-112416 (P2019-112416)  
 (22) 出願日 令和1年6月18日 (2019.6.18)  
 (62) 分割の表示 特願2014-202605 (P2014-202605)  
 原出願日 平成26年9月30日 (2014.9.30)  
 (65) 公開番号 特開2019-155144 (P2019-155144A)  
 (43) 公開日 令和1年9月19日 (2019.9.19)  
 審査請求日 令和1年7月17日 (2019.7.17)

(73) 特許権者 304021831  
 国立大学法人千葉大学  
 千葉県千葉市稲毛区弥生町1番33号  
 (73) 特許権者 305027401  
 東京都公立大学法人  
 東京都新宿区西新宿二丁目3番1号  
 (72) 発明者 犇 文偉  
 千葉県千葉市稲毛区弥生町1番33号 国立大学法人千葉大学 フロンティア医工学センター内  
 (72) 発明者 松井 岳巳  
 東京都日野市旭が丘六丁目6番地首都大学東京日野キャンパス内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】自律移動ロボット及びバイタルサインモニタリング方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

画像データを取得する画像データ取得装置と、  
 観察対象者との距離に関するデータを測定するレーダー装置と、  
移動できる領域および移動できない領域を明確にできる地図に関するマッピングデータを取得するマッピングデータ取得装置と、

前記画像データ取得装置、前記レーダー装置、及び、前記マッピングデータ取得装置に接続され、前記画像データ取得装置により取得される画像データ、前記レーダー装置により取得される観察対象者との距離に関するデータ、及び、前記マッピングデータ取得装置により取得される地図に関するマッピングデータを処理する情報処理装置と、

前記画像データ取得装置、前記レーダー装置、及び、前記マッピングデータ取得装置を支持する支持部材と、

前記支持部材、前記画像データ取得装置、前記レーダー装置、及び、前記マッピングデータ取得装置を移動させるための移動装置と、を備える自律移動ロボットであって、

前記情報処理装置は、前記レーダー装置により取得される観察対象者との距離に関するデータに基づいて観察対象者の呼吸又は脈拍に関するデータを取得し、

前記マッピングデータにより取得された地図に関するマッピングデータに基づき、前記移動装置が前記観察対象者から所定の距離を保って移動する前記移動装置の移動量を算出し、

前記情報処理装置が算出した移動量に応じて前記移動装置が移動する、自律移動ロボット

10

20

ト。

【請求項 2】

前記画像データ取得装置が取得した画像データから観測対象者の複数の体の部位の領域を抽出し、当該抽出した観測対象者の複数の部位の位置関係に基づき観測対象状態データを作成することを特徴とする請求項 1 に記載の自律移動ロボット。

【請求項 3】

前記マッピングデータ取得装置がレーザーセンサーを有することを特徴とする請求項 1 に記載の自律移動ロボット。

【請求項 4】

前記地図に関するマッピングデータが自己の位置データ及び観測対象者の位置データを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の自律移動ロボット。 10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、自律移動ロボット及びバイタルサインモニタリング方法に関する。

【背景技術】

【0002】

自律移動ロボットは、状況に応じ自ら判断し移動し所定の動作を行うことのできるロボットである。自律移動ロボットの公知の技術として、下記非特許文献 2 に、在宅環境で、高齢者又は運動機能障害者を追従し、小型カメラを用いて運動計測を行い、更には計測したデータにより行動を認識しようとする技術が開示されている。 20

【0003】

なお下記非特許文献 2 には、マイクロ波レーダーと熱画像センサーを用いて、静止している被計測者の脈拍、呼吸及び体表面を取得し、それらのデータを分析することで観察対象の感染や健康状態を把握する技術が開示されている。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0004】

【非特許文献 1】Nevres Imamoglu、Myagmarbayer Nergui、Yuki Yoshida、Jose Gonzalez、Wenwei Yu ; Control strategies and particle filter for rgb-d based human subject tracking and behavior recognition by a bio-monitoring mobile robot, Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics). 2013 ; 8102 LNAI (PART 1) : 318 - 329 30

【非特許文献 2】Sun G、Hakozaki Y、Abe S、Vinh NQ、Matsui T. A novel infection screening method using a neural network and k-means clustering algorithm which can be applied for screening of unknown or unexpected infected infectious disease. J Infect. 2012 Dec ; 65 (6) : 591 - 2 40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上記非特許文献 1 に記載の技術では、生命・健康状態を直接にとらえる

50

ことのできる脈拍、呼吸の計測能力において課題がある。

【0006】

また、上記非特許文献2に記載の技術では、センサーシステムが固定位置に設定されており、被計測者が熱画像センサー及びマイクロ波レーダーのスペックに合わせて設定される位置に行って検査を受ける必要がある。このため、使用場面により、使用者にとって非常に不便を生ずることとなるだけでなく、計測ができない場合もある。

【0007】

そこで、本発明は、上記課題を鑑み、自律移動型の非接触バイタルサインモニタリングシステムを可能とする自律移動ロボット及びバイタルサインモニタリング方法を提供することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決する本発明の一観点に係る自律移動ロボットは、画像データ取得装置と、バイタルサインデータ取得装置と、マッピングデータ取得装置と、画像データ取得装置、バイタルサインデータ取得装置、及び、マッピングデータ取得装置に接続され、画像データ取得装置により取得される画像データ、バイタルサインデータ取得装置により取得されるバイタルサインデータ、及び、マッピングデータ取得装置により取得されるマッピングデータを処理する情報処理装置と、画像データ取得装置、バイタルサインデータ取得装置、及び、マッピングデータ取得装置を支持する支持部材と、支持部材、画像データ取得装置、バイタルサインデータ取得装置、及び、マッピングデータ取得装置を移動させるための移動装置と、を備える。

20

【0009】

上記課題を解決する第二の観点に係るバイタルサインモニタリング方法は、バイタルサインデータから呼吸データ及び脈拍データの少なくともいずれかを作成し、画像データから観察対象領域データを抽出し、マッピングデータ、及び、観察対象領域データにおける深さデータに基づき経路データ及び移動量データを作成する。

【発明の効果】

【0010】

以上、本発明により、自律移動型の非接触バイタルサインモニタリングシステムを可能とする自律移動ロボット及びバイタルサインモニタリング方法を提供することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】自律移動ロボットの機能プロックを示す図である。

【図2】自律移動ロボットの概略を示す図である。

【図3】画像データ取得装置により取得される画像データのイメージ図である。

【図4】画像データに深さデータを加えた画像データのイメージ図である。

【図5】バイタルサインデータ取得に関するイメージ図である。

【図6】レーザーセンサーにより取得されるマッピングデータのイメージ図である。

【図7】移動装置のイメージ図である。

【図8】観察対象領域のイメージ図である。

40

【図9】動作モードの判定のイメージ図である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

以下、本発明を実施するための形態について図面を用いて詳細に説明する。ただし本発明は多くの異なる形態による実施が可能であり、以下に示す実施形態、実施例に記載の例示にのみ限定されるわけではない。

【0013】

(自律移動ロボット)

図1は、本実施形態に係る自律移動ロボット(以下「本ロボット」という。)1の機能プロックを示す図であり、図2は本実施形態に係る自律移動ロボットの外観のイメージを

50

示す図である。

【0014】

これらの図で示すように、本ロボット1は、画像データ取得装置2と、バイタルサインデータ取得装置3と、マッピングデータ取得装置4と、画像データ取得装置2、バイタルサインデータ取得装置3、及び、マッピングデータ取得装置4に接続され、画像データ取得装置により取得される画像データ、バイタルサインデータ取得装置により取得されるバイタルサインデータ、及び、マッピングデータ取得装置により取得されるマッピングデータを処理する情報処理装置6と、画像データ取得装置2、バイタルサインデータ取得装置3、及び、マッピングデータ取得装置4を支持する支持部材7と、支持部材7、画像データ取得装置2、バイタルサインデータ取得装置3、及び、マッピングデータ取得装置4を移動させるための移動装置8と、を備える。 10

【0015】

また、本実施形態において、本ロボット1は、必須ではないが好ましい形態として表面温度データ取得装置5を備え、情報処理装置6は、表面温度データ取得装置により取得される表面温度データを処理することができる。

【0016】

本ロボット1において、画像データ取得装置2は、文字通り画像データを取得することができる装置であり、周囲の情報を画像データとして取得し、情報処理装置6に出力することができる。画像データ取得装置2の具体的な構造としては、上記の機能を有する限りにおいて限定されるわけではないが、撮像装置、いわゆるカメラを採用することができる。またカメラの場合において、画像データは、所定の時間毎又は外部からの要求に応じて適宜静止画像データを取得する構造としても良いが、時系列で連続的に画像データを取得していくいわゆる動画像データであっても良い。本ロボット1では、画像データを取得することで、画像データ内に存在する観察対象者領域に基づき観察対象者の動作・状態を確認することができるようになる。なお、画像データのイメージ図について、例えば図3に示しておく。 20

【0017】

また画像データ取得装置2は、支持部材7に直接固定されていてもよいが、画像データ取得装置2の向き方向を変えることのできる回転部材に固定され回転可能となっていることも好ましい一例である。回転部材に固定することで、自律的に又は外部からの指示に基づき取得する画像データの撮像方向を調整することができるようになる。また、この点はバイタルサインデータ取得装置3、表面温度データ取得装置5において同様である。 30

【0018】

また、本実施形態において、画像データ取得装置2によって取得される画像データには深さデータが含まれる構成となっていることが好ましい。深さデータを含ませることで、画像データから観察対象領域を抽出し、観察対象領域の深さデータを求め、その深さデータに基づき本ロボット1が移動すべき量である移動量データを作成し、移動することができる。なお、深さデータを含ませる構造として特に限定されるわけではないが、赤外線等を利用した距離センサーを用いることが好ましい。なおこの深さデータを含む画像データのイメージ図を図4に示しておく。なお、本図は前図の画像に深さデータを加えたものである。 40

【0019】

また本ロボット1において、バイタルサインデータ取得装置3は、文字通りバイタルサインデータを取得することのできる装置である。ここで「バイタルサインデータ」は、観察対象者の身体の状態に関するデータであって、例えば呼吸、脈拍、体温等のデータをいう。また、本ロボット1において、バイタルサインデータは、観察対象者に密着した状態ではなく、所定の距離だけ離れた状態において非接触でバイタルサインデータを計測することができる装置であることが好ましい。

【0020】

本ロボット1において、バイタルサインデータ取得装置3の構造については、上記の機 50

能を有する限りにおいて限定されないが、非接触であるために、例えば、マイクロ波を観察対象者の体に放出しその反射波を受信するマイクロ波レーダー装置であることは好ましい一例である。この装置システムのイメージ図を図5に示しておく。マイクロ波レーダー装置を用い、隨時観察対象者との距離を測定することで、呼吸や脈拍に応じた胸部の周期的な変動を正確に測定することができ、この変動を処理することで呼吸、脈拍等のデータを取得することができる。なお、本口ボット1において取得されたバイタルサインデータは、情報処理装置に出力され処理される。具体的な処理については後述する。

#### 【0021】

また、本口ボット1においてマッピングデータ取得装置4は、文字通りマッピングデータを取得することのできる装置である。ここで「マッピングデータ」とは、地図に関するデータであり、より具体的には、本口ボット1の周囲において移動可能な領域、移動できない領域（例えば障害物の領域）等に関する平面的な情報を含むデータをいう。10

#### 【0022】

本口ボット1におけるマッピングデータ取得装置4の構成としては、上記のとおり、本口ボット1が移動できる領域を明確にできる地図に関するデータを取得することができる限りにおいて限定されるわけではないが、例えばレーザー光を照射し、障害物等により反射される光を計測することで障害物迄の距離を測定するいわゆるレーザーセンサーを用いることが好ましい。このレーザーセンサーにより取得されるマッピングデータのイメージ図について図6に示しておく。なお図中、白抜きの部分が、ロボットの移動可能な領域を表す。また、マッピングデータについては、レーザーセンサーにより取得される信号に基づき作成されるが、予め記録媒体等にマップデータを備えさせることも可能である。また、マッピングデータ取得装置4は、マッピングデータを取得後、適宜レーザーセンサーにより取得される信号に基づき、作成したマッピングデータと照合し、本口ボット1の現在の位置等を計算する。20

#### 【0023】

また、本口ボット1において、表面温度データ取得装置5は、表面温度データを取得することのできる装置である。ここで「表面温度データ」とは、観察対象の表面温度に関するデータをいい、例えば観察対象が人である場合、当該観察対象者の体表面温度（体温）をいい、物であれば、その観察対象物の表面温度をいう。観察対象が人である場合は、その観察対象者が平熱の状態であるか、平熱以上の発熱している状態であるか等を把握することができる。なお、表面温度データは、上記のとおりバイタルサインデータのひとつとして取り扱うことができる。30

#### 【0024】

本口ボット1において、表面温度データ取得装置5の構成としては、上記の機能を有する限りにおいて限定されるわけではないが、例えば、いわゆるサーモグラフィを用いることができる。サーモグラフィを用いることで、物体が放出する赤外線量等を検知し、非接触で物体の表面温度を求めることができるといった利点がある。

#### 【0025】

また、本口ボット1において、情報処理装置6は、画像データ取得装置2、バイタルサインデータ取得装置3、マッピングデータ取得装置4、及び、表面温度データ取得装置5に接続されており、画像データ、バイタルサインデータ、マッピングデータ、表面温度データの処理、更にこれらに基づき所定の処理を行うことができる装置である。40

#### 【0026】

情報処理装置6の構成は、上記の機能を有する限りにおいて限定されるわけではないが、ハードディスク、メモリ等の記録媒体、中央演算装置（CPU）、及び、これら各要素を接続するバス等を含むいわゆるパーソナルコンピュータであることは好ましい一例である。そして、上記所定の処理は、予めハードディスクに所定の処理を行うプログラムを格納しておき、このプログラムを実行することで行わせることが可能となる。

#### 【0027】

また本口ボット1において、支持部材7は、画像データ取得装置2、バイタルサインデ50

ータ取得装置3、マッピングデータ取得装置4、及び表面温度データ取得装置5を支持することができる部材である。この機能を有する限りにおいて限定されるわけではないが、材質としては金属を用いることが好ましい。

#### 【0028】

また本ロボット1において、移動装置8は、支持部材7が固定されており、上記画像データ取得装置2、バイタルサインデータ取得装置3、マッピングデータ取得装置4、及び表面温度データ取得装置5を一体で移動させることのできる装置である。

#### 【0029】

移動装置8の構成としては、移動ができる限りにおいて限定されるわけではないが、例えば複数の車輪81、この複数の車輪に接続される軸82、この軸を回転させるモーター83、を備えた車輪移動装置であることが好ましい。車輪移動装の場合、車輪、軸、モーターを備えている限りにおいて構成は限定されるわけではないが、二つの車輪を左右対称に設け、この車輪それぞれをモーターで別々に駆動することで、前進及び後進、旋回を自由に行うことができるようになる。なおこのモーターの駆動についても、上記情報処理装置を介した処理に基づく制御を受けていることが好ましい。なおこの場合の移動装置8のイメージ図を図7に示しておく。また、車輪の数としては特に限定されるわけではないが、安定的にロボット1の姿勢を維持するため、3以上の車輪を備えていることが好ましい。

10

#### 【0030】

##### (バイタルサインモニタリング方法)

20

次に、上記構成に基づき、本実施形態に係るバイタルサインをモニタリングする方法(以下「本方法」という。)について説明する。

#### 【0031】

まず本方法は、(1)バイタルサインデータから呼吸データ、脈拍データ、表面温度データの少なくともいずれかを作成し(S01)、(2)画像データから観察対象領域データを抽出し(S02)、(3)マッピングデータ、及び、観察対象領域データにおける深さデータに基づき経路データ及び移動量データを作成する(S03)。なお本実施形態において、上記(1)、(2)は前後しても良い。

#### 【0032】

本方法では、上記のとおり、(1)バイタルサインデータから呼吸データ、脈拍データ、表面温度データの少なくともいずれかを作成する(S01)。具体的には、上記のバイタルサインデータ取得装置3、表面温度データ取得装置5が取得したバイタルサインデータを情報処理装置に出力し、情報処理装置6によって呼吸データ、脈拍データ、表面温度データの少なくともいずれかを作成する(S01)。この方法は、上記処理を行うためのプログラムをハードディスク等の記録媒体に格納しておき、必要に応じて実行することで実現することができる。

30

#### 【0033】

呼吸データ、脈拍データについては、観察対象者の呼吸、脈拍の状態を把握することができる形態であればどのような表現であってもよく、例えば、横軸に時間、縦軸に振幅を示すデータであってもよく、また、一定期間ごとに呼吸数又は脈拍数を表示するデータであっても良い。

40

#### 【0034】

また、バイタルサインデータに表面温度データが含まれる場合、表面温度データを作成しても良い。表面温度データについても、観察対象者の体表面温度を確認することができる限りにおいて限定されるわけではないが、例えば、測定位置における観察対象者の体表面温度のみを一定時間ごとに表示させていくデータであることが好ましい。また、画像データから隨時観察対象者の領域を抽出する処理を行っているのであれば、この領域の各画素に、測定した値を色で表現して表示していくものとしても良い。

#### 【0035】

また本実施形態では、画像データ取得装置から出力される画像データに基づき、(2)

50

画像データから観察対象領域データを抽出する(S02)。この領域の抽出方法としては、特に限定されることなく公知の手法を採用することもできるが、画像データにおける色データのみから抽出することとしてもよいが、赤外線センサーから出力される深さデータと画像データとを組み合わせ、画像データの色データ及び深さデータに基づき観察対象領域データを抽出することが好ましい。このようにすることで、より精度よく観察対象領域を抽出することができる。なお観察対象領域の抽出においては、後述の動作モード判定のため、さらに細かく体の部位を抽出しておくことが好ましい。この抽出された観察対象領域のイメージ図について図8に示しておく。

#### 【0036】

また、本実施形態では、画像データから観察対象領域データを抽出した後、観察対象者の状態を判定するために観察対象状態データを作成する動作判定処理を行うことが好ましい。例えば、観察対象者が立っている状態であるか、座っている状態であるか、屈んだ状態であるか、歩いている状態であるか、寝ている状態であるか、倒れた状態であるか等を確認する処理が好ましい。このようにすることで、観察対象者がどのような状態にあるのかを確認し、必要に応じて適切な対応をとることができるようになる。この動作モードの判定方法としては、特に限定されるわけではないが、画像データにおいて求めた観察対象者の体の部位の位置関係を求め、この位置関係に基づきどの動作モードに一番近いかを判定することでもとめることができる。この場合のイメージ図を図9に示しておく。また、他の方法として、画像データに深さデータが含まれている場合、抽出された体の画像と深さデータを囲む直方体を作成し、その直方体の縦横奥行きの寸法、上体と下体の直方体の相対関係、対象の移動速度で判断することもできる。

10

#### 【0037】

また本実施形態では、(3)マッピングデータ、及び、観察対象領域データにおける深さデータに基づき経路データ及び移動量データを作成する(S03)。

#### 【0038】

本実施形態では、マッピングデータ取得装置4によって本ロボット1が移動可能な範囲について把握することができるようになる。一方、本ロボット1は、マッピングデータ取得装置4の取得するデータに基づき、自己が移動可能な範囲のどの位置にいるのかを把握することができ、さらに、観察対象領域を抽出しその深さデータも利用することで観察対象者がどの位置にあるのかも把握することができるようになる。すなわち、本ロボット1が移動可能な範囲に関するマッピングデータ、自己の位置データ、観察対象者の位置データをそれぞれ取得し、どのように移動することでもっとも効率よく又は安全に観察対象者に近づくことができるのかを移動経路データとして作成することができる。

30

#### 【0039】

そしてさらに本ロボットでは、この移動経路データに基づき、どの程度動く必要があるかを移動量データとして作成し、移動装置8に出力する。この結果、本ロボット1は、現在の位置から観察対象者の位置まで確実に移動することができるようになる。

#### 【0040】

この場合において、本ロボット1の移動目標の位置は、観察対象者の実際の位置から所定の距離を保つようにしておくことが好ましい。観察対象者の位置にあまりに近すぎると観察対象者に不必要的圧迫感を与えてしまう虞がある一方、あまりに遠すぎるとバイタルサインデータを取得することが困難になるといった虞がある。

40

#### 【0041】

また本処理において、障害物によって観察対象者が画像に映らなくなった場合は、観察対象者の位置を把握できた直前の時点を基準として、この基準点及び周囲を撮影することができる他の位置まで経路データ及び移動量データを作成することが好ましい。このような処理を行うことで、障害物によって観察対象者が画像に映らなくなった場合であっても、改めて場所を変えることで、観察対象者の姿を捉えることができるようになる。

#### 【0042】

本ロボット1は、以上の構成により、自律移動型の非接触バイタルサインモニタリング

50

システムを可能とする自律移動ロボット及びバイタルサインモニタリング方法を提供することができる。

**【0043】**

より具体的には、画像データ取得装置、バイタルサインデータ取得装置、マッピングデータ取得装置を支持装置に固定し一体に保持するとともに、移動装置で移動可能となっているため、マッピングを行いながら、画像データ及びバイタルサインデータによって観察対象者の状態を常に確認することができる。この結果、例えば、本ロボットを室内に居住する高齢者を観察対象者とすることで、高齢者の動作状態、健康状態を常に観察することが可能となり、しかも、高齢者から常に一定の距離を置いて移動するため、過度の圧迫感を与えることなく、また、移動の際に本ロボット自体が障害物となってしまうことを防止することができる。10

**【0044】**

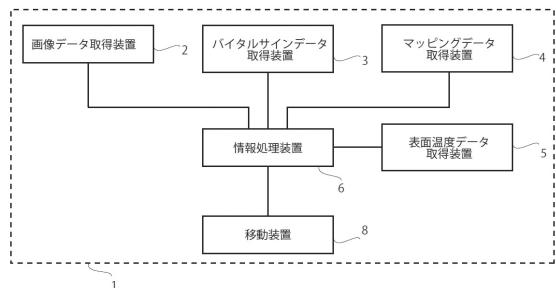
さらに本ロボット1を用いることで、空港等において、外国からの帰国者又は来日者であって感染症に罹患した者の異常をいち早く発見することができ、感染症等の蔓延を防ぐことができるようになる。

**【産業上の利用可能性】**

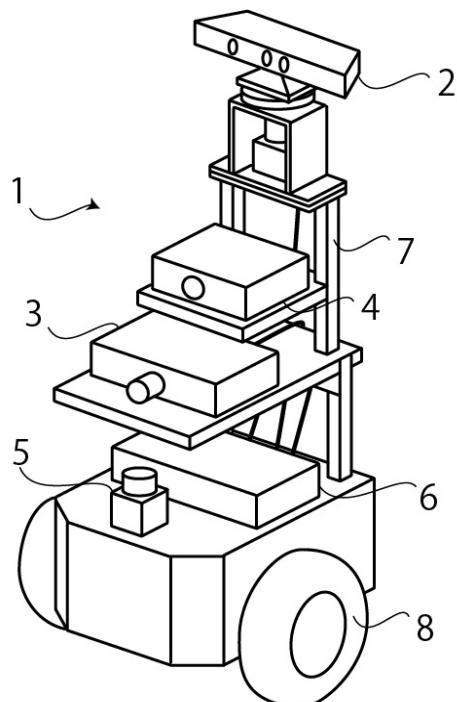
**【0045】**

本発明は、自律移動ロボット及びバイタルサインモニタリング方法として産業上の利用可能性がある。

**【図1】**



**【図2】**



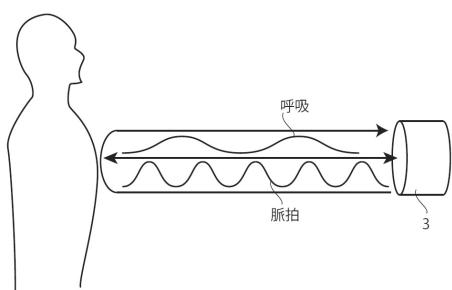
【図3】



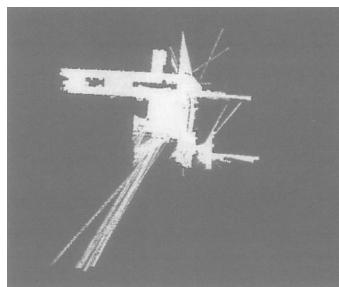
【図4】



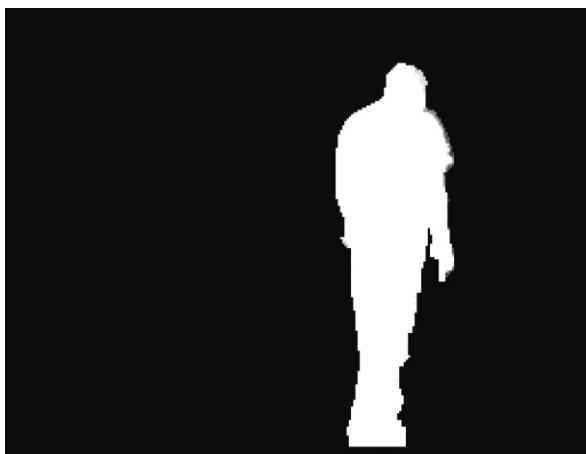
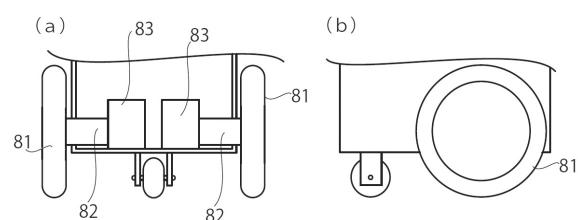
【図5】



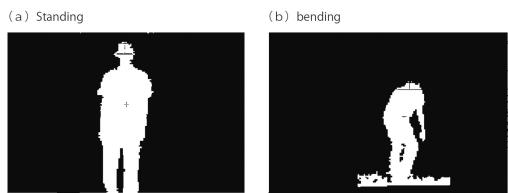
【図6】



【図7】



【図9】



---

フロントページの続き

(72)発明者 孫 光鎬

東京都日野市旭が丘六丁目6番地首都大学東京日野キャンパス内

(72)発明者 ネブレズ イマモル

千葉県千葉市稻毛区弥生町1番33号 国立大学法人千葉大学 大学院工学研究科内

審査官 増渕 俊仁

(56)参考文献 特開2005-282455(JP,A)

特開2005-238396(JP,A)

特開2004-337556(JP,A)

特開2006-092356(JP,A)

特開2006-345960(JP,A)

特開2011-110644(JP,A)

米国特許出願公開第2014/0163425(US,A1)

佐竹純二、Igi Ardiyanto、三浦純、環境センサと移動ロボットの連携による見守りシステムの

試作 Development of a Monitoring System based on Cooperation of an Environmental Sensor and a Mobile Robot, 口ボティクス・メカトロニクス講演会概要集2014,

一般社団法人 日本機械学会, 2014年, 3PI-H03, p. 1-3

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A 61 B 5 / 00 - 5 / 03

A 61 B 5 / 06 - 5 / 22

B 25 J 1 / 00 - 21 / 02

G 16 H 10 / 00

G 05 D 1 / 00 - 1 / 12