

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-301071

(P2007-301071A)

(43) 公開日 平成19年11月22日(2007.11.22)

(51) Int. Cl.		F I	テーマコード (参考)
A 6 1 H 3/04	(2006.01)	A 6 1 H 3/04	
A 6 1 G 5/00	(2006.01)	A 6 1 G 5/00	5 O 2
A 6 1 H 3/00	(2006.01)	A 6 1 H 3/00	A

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2006-131398 (P2006-131398)	(71) 出願人	000003207 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地
(22) 出願日	平成18年5月10日 (2006.5.10)	(74) 代理人	110000110 特許業務法人快友国際特許事務所
		(72) 発明者	太田 康裕 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

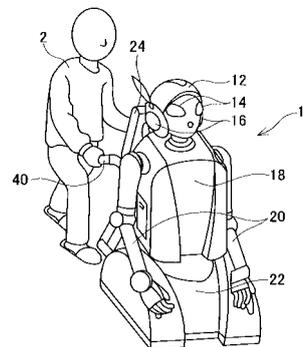
(54) 【発明の名称】 歩行介助装置

(57) 【要約】

【課題】 人の歩行を介助する装置を具現化するための技術を提供する。

【解決手段】 人の歩行を介助する装置は、本体と、本体を移動させる移動機構と、本体に設けられており、被介助者が歩行する際に把持する把持部と、被介助者が把持部に加えている力を検出する力センサと、力センサによって検出された力に基づいて、本体の目標運動を計算する目標運動計算手段と、移動機構を制御し、目標運動計算手段によって計算された目標運動を本体の運動に実現する制御手段とを備えている。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

人の歩行を介助する装置であって、
本体と、
本体を移動させる移動機構と、
本体に設けられており、被介助者が歩行する際に把持する把持部と、
被介助者が把持部に加えている力を検出する力センサと、
力センサによって検出された力に基づいて、本体の目標運動を計算する目標運動計算手段と、
移動機構を制御し、目標運動計算手段によって計算された目標運動を本体の運動に実現する制御手段と、
を備える歩行介助装置。 10

【請求項 2】

前記目標運動計算手段は、所定の運動モデルを記述する運動方程式を記憶しており、前記力センサによって検出された力と、記憶している運動方程式を用いて、前記目標運動を計算することを特徴とする請求項 1 の歩行介助装置。

【請求項 3】

前記目標運動計算手段は、前記力センサによって検出された操作力と、記憶している運動方程式を用いて、前記本体の目標移動量を単位時間毎に計算することを特徴とする請求項 2 の歩行介助装置。 20

【請求項 4】

前記本体に設けられており、被介助者が着席可能な座面と、
被介助者の立ち上がり動作に追従する軌跡で前記座面を移動させる座面移動機構が付加されていることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかの歩行介助装置。

【請求項 5】

被介助者が前記座面に加えている力を検出する第 2 力センサが付加されており、
前記座面移動機構は、第 2 力センサで検出された力に基づいて、座面の移動速度を増減調節することを特徴とする請求項 4 の歩行介助装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

30

【0001】

本発明は、人の介助に用いる装置に関する。特に、人の歩行を介助する装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

人の介助に用いる装置の開発が進められている。特許文献 1 には、医療・福祉施設において、被介助者に食事を配膳したり下膳したりするロボットが記載されている。このロボットは、複数の食事用トレイを収容可能な移動台車と、移動台車に設けられているロボットアームを備えている。移動台車は、カメラを備えており、カメラによって撮像した画像と記憶している環境地図上の特徴情報との整合処理を行い、自身の位置を認識したり障害物を検出したりしながら、医療・福祉施設内を自律移動できるようになっている。このロボットは、被介助者のベッドサイドを巡回し、移動台車に収容されている食事用トレイをロボットアームによって被介助者に配膳したり、食事後の食事用トレイを移動台車に下膳したりすることができる。 40

【特許文献 1】特開平 9 - 2 6 7 2 7 6 号公報

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0003】**

医療・福祉施設においては、食事の配膳、下膳に限られず、様々な介助作業が行われる。そのなかで、単独での歩行が困難な被介助者については、看護師や介護士等の介助者が寄り添って、被介助者の歩行を介助する作業が行われている。被介助者の歩行を介助する 50

作業は、肉体的な負担が大きい重労働であるとともに、拘束される時間も長いことから、介助者の労力が多大に費やされる作業となっている。その一方において、被介助者が介助を受けながら歩行することは、被介助者にとって身体機能の維持、回復を図るための訓練（リハビリテーション）にもなることから、積極的に行われるべきものとされている。介助者に代わって、人の歩行を介助することができる装置が必要とされている。

本発明は、上記の問題を解決する。本発明は、人の歩行を介助する装置を具現化するための技術を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0004】

本発明によって具現化される人の歩行を介助する装置は、本体と、本体を移動させる移動機構と、本体に設けられており、被介助者が歩行する際に把持する把持部と、被介助者が把持部に加えている力を検出する力センサと、力センサによって検出された力に基づいて、本体の目標運動を計算する目標運動計算手段と、移動機構を制御し、目標運動計算手段によって計算された目標運動を、本体の運動に実現する制御手段とを備えている。

10

【0005】

この歩行介助装置では、本体に設けられている把持部を被介助者が把持しながら歩行したときに、被介助者が把持部に加えている力に基づいて本体の目標運動が計算され、計算された目標運動が本体の運動に実現される。この構成によると、被介助者が把持部に加えている力と、本体に実現される運動との関係を様々に設定できることから、被介助者の身体機能や体調に応じた歩行介助が可能となる。

20

この歩行介助装置によれば、介助者に代わって、人の歩行を適切に介助することができる。

【0006】

上記した歩行介助装置において、目標運動計算手段は、所定の運動モデルを記述する運動方程式を記憶していることが好ましい。そして、運動計算手段は、力センサによって検出された力と、記憶している運動方程式を用いて、前記した目標運動を計算することが好ましい。

この歩行介助装置では、被介助者が把持部を把持しながら歩行したときに、運動方程式を満たす運動が、本体の運動に実現される。それにより、被介助者には把持部を介して自然な反力が与えられ、被介助者は意図する移動方向に意図する移動速度で歩行しやすくなる。

30

【0007】

上記した歩行介助装置において、目標運動計算手段は、力センサによって検出された力と、記憶している運動方程式を用いて、前記本体の目標移動量を単位時間毎に計算することが好ましい。

それにより、運動方程式を満たす運動を、本体の運動に正しく実現することができる。

【0008】

上記した歩行介助装置では、本体に設けられており、被介助者が着席可能な座面と、被介助者の立ち上がり動作に追従する軌跡で座面を移動させる座面移動機構が付加されていることが好ましい。

40

この歩行介助装置では、被介助者が、例えば疲労感を感じた時や気分が悪くなった時に、座面に着席して休憩することができる。また、被介助者が立ち上がる際には、被介助者の立ち上がり動作に追従する軌跡で座面を移動させることによって、被介助者の立ち上がり動作を介助することができる。単独での立ち上がり動作が困難な被介助者であっても、自身の体調に応じて適宜休憩を挟みながら、歩行することができる。

【0009】

上記した歩行介助装置では、被介助者が前記座面に加えている力を検出する第2力センサが付加されていることが好ましい。この場合、座面移動機構は、第2力センサで検出された力に基づいて、座面の移動速度を増減調節することが好ましい。

第2力センサで検出される力は、立ち上がり動作中の被介助者に加えている介助力に等

50

しい。第2力センサで検出された力に基づいて、座面の移動速度を増減調節することによって、立ち上がり動作中の被介助者に適切な介助力を加えることができる。

【発明の効果】

【0010】

本発明により、単独での歩行が困難な被介助者が、介助者による介助を受けることなく、歩行することが可能になる。それにより、介助者の負担を軽減することもできる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

最初に、以下に説明する実施例の主要な特徴を列記する。

(特徴1) 歩行介助装置は、移動機構を備えている。移動機構は、一对の車輪と、一对の車輪を駆動する駆動源を備えている。 10

(特徴2) 歩行介助装置は、本体と、本体を移動させる移動機構と、本体に設けられている把持部と、被介助者が把持部に加えている力を検出する力センサと、本体の速度を検出する速度検出手段と、力センサによって検出された力と速度検出手段によって検出された速度に基づいて、本体の目標運動を計算する目標運動計算手段と、移動機構を制御し、目標運動計算手段によって計算された目標運動を本体の運動に実現する制御手段とを備えている。

(特徴3) 歩行介助装置では、運動計算手段が計算に用いる運動方程式の加速度に対する比例係数や速度に対する比例係数を調整することができる。

(特徴4) 歩行介助装置は、座面の移動に伴って被介助者から座面に加えられる力が変化する際の正常な変化パターンを記憶している手段を備えている。 20

【実施例】

【0012】

本発明を実施した実施例について、図面を参照しながら説明する。図1、図2は、本発明を具現化したロボット10を示している。本実施例のロボット10は、人の歩行を介助する装置である。図1は、ロボット10が被介助者2の歩行を介助している様子を示している。図2は、被介助者2がロボット10の座席70を利用して休憩している様子を示している。

図1、図2に示すように、ロボット10は、頭部12と、胴部18と、一对のアーム部20と、腰部22を備えている。頭部12は、ロール軸(ロボット10の前後方向軸)とピッチ軸(ロボット10の左右方向軸)とヨー軸(ロボット10の上下方向軸)の3軸回りに回動可能な3自由度の関節を介して、胴部18に接続されている。胴部18は、ヨー軸回りに回動可能な1自由度の関節を介して腰部22に接続されている。アーム部20は、ロール軸とピッチ軸とヨー軸の3軸回りに回動可能な3自由度の関節を介して、胴部18に接続されている。頭部12と胴部18と一对のアーム部20と腰部22は、ロボット10の本体を構成している。 30

【0013】

頭部12には、一对の眼部14や、一对の耳部16が設けられている。一对の眼部14には、後記する一对のカメラ26a、26b(図4に図示されている)が配設されている。カメラ26a、26bは、例えばロボット10が障害物等を検出するために設けられている。また、一对の耳部16には、後記する一对のマイク32a、32b(図4に図示されている)が配設されている。一对のマイク32a、32bは、ロボット10が被介助者2の音声による指示を受音するために設けられている。 40

腰部22の内部には、一对の駆動輪62を有する移動機構60(図4に図示されている)と、複数の従動輪(図示省略)が設けられている。ロボット10は、移動機構60によって、前進、後退、旋回等の移動動作を行うことができる。

【0014】

胴部18の背面18aには、ハンドル40と、座席70と、タッチパネル24が設けられている。

ハンドル40は、被介助者2が歩行時に把持するためのものである。ハンドル40は、 50

被介助者 2 の体格等に応じて、その位置が調整可能に構成されている。ハンドル 40 には、後記する力覚センサ 42 (図 4 に図示されている) が接続されている。詳しくは後述するが、ロボット 10 は、被介助者 2 がハンドル 40 に加えた力に追従して移動し、被介助者 2 の歩行を介助する。なお、ハンドル 40 は、被介助者 2 が手によって把持するものに限定されず、例えば被介助者 2 の脇部を支持するような形状とし、被介助者 2 がハンドル 40 を脇部に挟持できるようにしてもよい。ハンドル 40 は、歩行時の被介助者 2 を支持できるとともに、被介助者 2 が意図した力を加えられるものであればよい。

座席 70 は、被介助者 2 が着席可能に構成されている。座席 70 は、折り畳み収容可能に構成されており、ロボット 10 が移動する際等には座席 70 を収容し、被介助者 2 が着席する際には座席 70 を展開できるようにしている。

タッチパネル 24 は、被介助者 2 等がロボット 10 に動作指令等を入力するための入力装置である。被介助者 2 は、タッチパネル 24 を操作することによって、ロボット 10 に歩行介助動作を実行させたり、座席 70 を収容 / 展開させたり、ロボット 10 に立ち上がり介助動作を実行させることができる。ロボット 10 による歩行介助動作や立ち上がり介助動作については、後段において詳細に説明する。

【0015】

図 3 を参照して、ロボット 10 が備える座席 70 の構成について説明する。ここで、説明の便宜上、ロボット 10 の前後方向 (図 3 の左右方向) に沿って x 軸を定め、ロボット 10 の左右方向 (図 3 の奥行き方向) に沿って y 軸を定め、ロボット 10 の上下方向 (図 3 の上下方向) に沿って z 軸を定める。図 3 に示すように、座席 70 は、第 1 座板部 71 と、第 1 座板部 71 に連結具 72 を介して揺動可能に接続されている第 2 座板部 73 を備えている。第 2 座板部 73 は、第 1 座板部 71 に対して、図 3 中の符号 A を付した位置から、符号 B を付した位置を経て、符号 C を付した位置まで揺動可能となっている。ここで、符号 A を付した位置は、座席 70 を折り畳んで収容するときの第 2 座板部 73 の位置を示している。また、符号 B を付した位置は、被介助者 2 が着席するために座席 70 を展開したときの第 2 座板部 73 の位置を示している。このとき、第 2 座板部 73 の座面 73a は、略水平 (x y 平面に平行) になっている。また、符号 C を付した位置は、第 1 座板部 71 に対する第 2 座板部 73 の回転限界を示している。

ロボット 10 は、座席 70 を z 軸方向に沿って移動させる第 1 座面アクチュエータ 81 と、座席 70 を x 軸方向に沿って移動させる第 2 座面アクチュエータ 82 と、第 1 座板部 71 に対して第 2 座板部 73 を揺動させる第 3 アクチュエータ 83 を備えている。座面アクチュエータ 81、82、83 は、モータ 81a、82a、83a をそれぞれ備えている。ロボット 10 は、各座面アクチュエータ 81、82、83 の動作を調節することによって、被介助者 2 が着席する座面 73a の位置や角度を調節することができる。

第 2 座板部 73 には、被介助者 2 が座面 73a に着席したときに、座面 73a に加えられている力 (以下、座圧力ということがある) を検出するための座圧センサ 74 が設けられている。座圧センサ 74 は、座面 73a に加わる力を直接測定するものに限られず、例えば第 1 座板部 71 と第 2 座板部 73 との回動部にトルクセンサを設けて構成することもできる。

【0016】

図 4 は、ロボット 10 の電気的な構成を示している。図 4 に示すように、ロボット 10 は、一对の眼部 14 に配設されている左カメラ 26a および右カメラ 26b と、左カメラ 26a および右カメラ 26b が撮像した画像を処理する画像処理部 28 を備えている。ロボット 10 は、左カメラ 26a および右カメラ 26b によって自身の移動方向を撮像し、撮像した画像に特徴抽出処理等を行うことによって、自身の移動方向に存在する障害物等を検出することができる。

ロボット 10 は、一对の耳部 16 に配設されている左マイク 32a および右マイク 32b と、左マイク 32a および右マイク 32b が受音した音声を処理する音声認識部 34 を備えている。ロボット 10 は、被介助者 2 が発した音声による動作指令を左マイク 32a および右マイク 32b によって受音し、受音した音声を音声認識部 34 によって識別する

10

20

30

40

50

ことで、被介助者 2 の音声による動作指令を識別することができる。それにより、被介助者 2 が、タッチパネル 24 を操作することなく、ロボット 10 に歩行介助動作を実行させたり、座席 70 を収容 / 展開させたり、ロボット 10 に立ち上がり介助動作を実行させることができる。

【0017】

次に、ロボット 10 の移動制御に関わる構成について説明する。図 4 に示すように、ロボット 10 は、力覚センサ 42 と、移動力計算部 44 と、移動量計算部 46 と、移動制御部 48 と、移動機構 60 と、移動量検出部 50 と、移動速度検出部 52 を備えている。移動機構 60 は、その車軸が同一直線上に位置する一对の駆動輪 62 と、一对の駆動輪 66 のそれぞれを個別に駆動する一对のモータ 64 と、一对の駆動輪 62 のそれぞれの回転数を計数する一对のエンコーダ 66 を備えている。

10

力覚センサ 42 は、ハンドル 40 に接続されており、被介助者 2 がハンドル 40 に加えた力（以下、操作力ということがある）を検出する。移動力計算部 44 は、力覚センサ 42 によって検出された力に基づいて、ロボット 10 の移動に関わる力（以下、移動力ということがある）を計算する。移動量計算部 46 は、移動力計算部 44 によって計算された移動力に基づいて、ロボット 10 の目標とする移動量を単位時間毎に計算する。移動制御部 48 は、移動量計算部 46 によって計算された単位時間毎の目標移動量に基づいて、移動機構 60 の各モータ 64 の動作を制御する。移動量検出部 50 は、各エンコーダ 40 の出力信号を入力し、ロボット 10 の実際の移動量を単位時間毎に計算する。移動量検出部 50 によって計算された実際の移動量は移動制御部 48 に入力される。移動制御部 48 は、移動量検出部 50 から入力した実際の移動量を用いて、移動機構 60 のフィードバック制御を行う。移動速度検出部 52 は、移動量検出部 50 によって計算された実際の移動量を入力し、ロボット 10 の単位時間毎の実際の移動速度を計算する。移動速度検出部 52 が計算した実際の移動速度は、移動量計算部 46 に入力される。移動量計算部 46 は、移動速度検出部 52 から入力した実際の移動速度を用いて、ロボット 10 の単位時間毎の目標とする移動量を計算する。

20

【0018】

図 5 を参照して、力覚センサ 42 によって検出される操作力と、ロボット 10 の移動に関わる移動力の関係について説明する。図 5 に示すように、被介助者 2 がハンドル 40 に力を加えると、位置 P に配設された力覚センサ 42 によって、操作力（ F_1 、 T_1 ）が検出される。ここで、 F_1 はその向きが x y 平面に沿う力であり、 T_1 は位置 P における z 軸回りのトルクである。被介助者 2 がハンドル 40 に加える操作力には、その向きが z 軸方向の力成分や、 x 軸回りのトルク成分や、 y 軸回りのトルク成分が含まれるが、本実施例のロボット 10 では、少なくとも x y 平面に沿う力 F_1 と z 軸回りのトルク T_1 を検出すれば足りる。

30

図 5 に示すように、ロボット 10 は、同軸上に位置する一对の駆動輪 62 を駆動することによって移動する。詳しくは、一对の駆動輪 62 を同一方向に同一量だけ回転させることによって x 軸方向に平行移動し、一对の駆動輪 62 を反対方向に同一量だけ回転させることによって一对の駆動輪 62 の略中央に位置する基準軸 G 回りに旋回する。なお、実際には、一对の駆動輪 62 の回転量をそれぞれ調整することによって、 x 軸方向への平行移動と基準軸 G 回りの旋回を組み合わせた移動を同時に行う。このように、ロボット 10 の移動方向は、 x 軸方向と、基準軸 G 回りの回転方向に限定されている。従って、被介助者 2 がハンドル 40 に操作力を加えたときに、ロボット 10 の移動に関与する力は、基準軸 G の位置において x 方向に作用する力 F_2 と、基準軸 G の回りに作用するトルク T_2 となる。前記したロボット 10 の移動に関わる移動力とは、この力 F_2 とトルク T_2 を意味している。力覚センサ 42 によって検出された操作力 F_1 、 T_1 と、ロボット 10 の移動に関わる移動力 F_2 、 T_2 との関係は、基準軸 G と力覚センサ 42 の相対位置に応じて変化する。換言すれば、ロボット 10 の移動に関わる移動力 F_2 、 T_2 は、力覚センサ 42 によって検出された操作力 F_1 、 T_1 と、基準軸 G に対する力覚センサ 42 の配置位置 P に基づいて計算することができる。

40

50

ロボット10の移動に関わる移動力 F_2 、 T_2 は、ロボット10の移動機構60の構成に応じて異なる。詳しくは、移動機構60によって移動可能な移動方向に応じて異なる。例えばロボット10が複数の可動脚を備える脚式ロボットであり、その移動方向が x - y 平面内の任意の方向と、 z 軸回りの回転方向であるとすれば、ロボット10の移動に関わる移動力は、 x - y 平面に沿う力と z 軸回りのトルクによって表現されることとなる。また、力覚センサ42の位置によっては、力覚センサ42によって検出された操作力 F_1 、 T_1 を、そのまま移動力 F_2 、 T_2 として取り扱うことができる。本実施例の場合では、力覚センサ42の位置を基準軸 G 上に配置し、力覚センサ42が x 方向の力と基準軸 G 回りのトルクを検出するものであれば、検出された操作力をそのまま移動力 F_2 、 T_2 として取り扱うことが可能となる。

10

【0019】

移動量計算部46は、移動力計算部44によって計算された移動力 F_2 、 T_2 に基づいて、ロボット10の目標運動を計算する。詳しくは、移動力 F_2 、 T_2 に基づいて、ロボット10の単位時間 dt 毎の目標移動量を計算する。具体的には、 x 軸方向の移動力 F_2 に基づいて、単位時間 dt 毎の x 軸方向への移動量 dx を計算する。また、基準軸 G 回りの移動力(トルク) T_2 に基づいて、単位時間 dt 毎の基準軸 G 回りの移動量(回転量) d を計算する。各移動量 dx 、 d は、正方向への移動については正の値をとり、負方向への移動については負の値をとる。両移動量 dx 、 d によって、ロボット10が単位時間 dt の間に移動すべき目標移動量(目標相対位置)が記述される。

移動量計算部46は、 x 軸方向の移動力 F_2 と、ロボット10の x 軸方向の運動との間に、次式の関係が成立するように、単位時間 dt 毎の x 軸方向への移動量 dx を計算する。

20

$$M_x \cdot a_x + D_x \cdot v_x = F_2 \quad \dots (1)$$

上記した(1)式において、 a_x はロボット10の x 軸方向の加速度を示しており、 v_x はロボット10の x 軸方向の速度を示している。また、 M_x は加速度 a_x に対する比例係数であり、 D_x は速度 v_x に対する比例係数である。即ち、上記した(1)式は運動方程式を示しており、ロボット10の x 軸方向の運動に、質量が M_x であるとともに粘性係数が D_x である物体の運動が実現される。加速度 a_x に対する比例係数 M_x や、速度 v_x に対する比例係数 D_x は、タッチパネル24によって変更できるようになっている。通常、少なくとも比例係数 M_x は、ロボット10の質量よりも十分に小さい値に設定される。

30

【0020】

移動量計算部46は、基準軸 G 回りの移動力 T_2 と、ロボット10の基準軸 G 回りの運動との間に、次式の関係が成立するように、単位時間 dt 毎の基準軸 G 回りの回転量 d を計算する。

$$M \cdot a + D \cdot v = T_2 \quad \dots (2)$$

上記した(2)式において、 a はロボット10の基準軸 G 回りの加速度を示しており、 v はロボット10の基準軸 G 回りの速度を示している。また、 M は加速度 a に対する比例係数であり、 D は速度 v に対する比例係数である。即ち、上記した(2)式は運動方程式を示しており、ロボット10の基準軸 G 回りの運動に、慣性モーメントが M であるとともに粘性係数が D である物体の運動が実現される。加速度 a に対する比例係数 M や、速度 v に対する比例係数 D は、タッチパネル24によって変更できるようになっている。

40

【0021】

図6は、ロボット10が被介助者2の歩行を介助する際に実行するフローを示している。以下、図6に示すフローに沿って、ロボット10が歩行介助動作において実行する処理について説明する。

ロボット10は、被介助者2による歩行介助動作の開始指令を受けて、図6に示す処理フローをスタートする。被介助者2は、例えばタッチパネル24を操作するか、音声による動作指令を行うことで、ロボット10に歩行介助動作の開始指令を与えることができる。なお、歩行介助動作を開始させるに先立って、先に説明した比例係数 M_x 、 M 、 D_x

50

、D を調整して、ロボット10の運動特性を調整しておくことができる。被介助者2は、ロボット10のハンドル40を把持し、歩行する準備を整えた上で、ロボット10に歩行介助動作の開始指令を与える。そして、被介助者2は、ハンドル40を把持した状態で、自身が意図する方向へ歩行を開始する。なお、ロボット10では、座席70が収容されている状態に限って、移動機構60による移動が可能となっている。

【0022】

ステップS12では、力覚センサ42によって、被介助者2からハンドル40に加えられる操作力F1、T1が検出される。

ステップS14では、移動力計算部44が、ステップS12で検出された操作力F1、T1に基づいて、移動力F2、T2を計算する。

ステップS16では、移動速度検出部52が、ロボット10の実際の移動速度 v_x 、 v を検出(計算)する。

ステップS18では、移動量計算部46が、ステップS12で計算された移動力F2、T2と、ステップS16で検出された移動速度 v_x 、 v に基づいて、x軸方向の目標加速度 a_x と、基準軸G回りの目標加速度 a を計算する。目標加速度 a_x 、 a は、比例係数 M_x 、 M を用いて、前記した(1)、(2)式によって計算される。即ち、

$$a_x = (F_2 - D_x \cdot v_x) / M_x$$

$$a = (T_2 - D \cdot v) / M$$

と計算される。

ステップS20では、移動量計算部46が、ステップS18で計算された目標加速度 a_x 、 a と、ステップS16で検出された移動速度 v_x 、 v に基づいて、ロボット10の単位時間 d_t の目標移動量 d_x 、 d を計算する。ロボット10の単位時間 d_t の目標移動量 d_x 、 d は、次式によって計算することができる。

$$d_x = v_x \cdot d_t + a_x \cdot d_t^2 / 2$$

$$d = v \cdot d_t + a \cdot d_t^2 / 2$$

【0023】

ステップS22では、移動制御部48が、ステップS20で計算された目標移動量 d_x 、 d に基づいて、移動機構60の一对のモータ64の動作を制御する。このとき、移動制御部48は、移動量検出部50が検出(計算)した実際の移動量を入力しながら、ロボット10が単位時間 d_t の間に目標移動量 d_x 、 d だけ移動するように、一对のモータ64の動作を制御する。

ステップS24では、歩行介助動作を終了するのかが判断される。例えば被介助者2が歩行介助動作を終了する旨の指令を与えたり、ロボット10が障害物等を検知したりした場合に、ロボット10は歩行介助動作を終了する。歩行介助動作を継続する場合は、ステップS12へ戻り、上述した処理が繰り返し実行される。ここで、ロボット10は、上述した処理を単位時間 d_t 毎に繰り返し実行する。

【0024】

このように、ロボット10は、被介助者2がハンドル40を把持しながら歩行したときに、被介助者2がハンドル40に加えた力に追従して移動する。被介助者2は、ロボット10よりも軽い物体(設定した比例係数 M_x によって異なる)を押す又は引くときの力を加えることで、ロボット10を移動させることができる。ロボット10の運動には、前記した運動方程式(1)、(2)を満たす運動が実現されることから、被介助者2にはロボット10から自然な反力が与えられる。被介助者2は、自身の体調等に応じて各比例係数 M_x 、 D_x 、 M 、 D を調整することによって、ロボット10から適切な歩行介助を受けることができる。

【0025】

次に、ロボット10の座席70に関わる制御構成について説明する。図4に示すように、ロボット10は、座圧センサ74と、座面制御部76と、座圧パターン記憶部78と、座面アクチュエータ81、82、83を備えている。座圧センサ74と、座面アクチュエータ81、82、83は、先に図3を参照して説明したものである。

10

20

30

40

50

座面制御部 76 は、座面アクチュエータ 81、82、83 の動作を制御し、座席 70 を収容 / 展開したり、座席 70 に着席している被介助者 2 の立ち上がりを介助したりすることができる。

図 7 を参照して、立ち上がり介助時における座席 70 の動作について説明する。図 7 (a) は、被介助者 2 が着席するときの座席 70 の状態を示している。図 7 (b) は、被介助者 2 の立ち上がりを介助しているときの座席 70 の中間状態を示している。図 7 (c) は、被介助者 2 の立ち上がりを介助しているときの座席 70 の最終状態を示している。座面制御部 76 は、座面アクチュエータ 81、82、83 の動作を制御し、図 7 (a) (b) (c) の順に座席 70 を変位させることによって、被介助者 2 の立ち上がりを介助する。このとき、座面 73 a は、その先端側の辺 Q を軸にして回転する。

座面 73 a を回転させて被介助者 2 の立ち上がり動作を介助している間、被介助者 2 から座面 73 a に加えられる座圧力は、座面 73 a の角度 に追従して変化する。ロボット 10 では、被介助者 2 の立ち上がり動作を介助している間、被介助者 2 から座面 73 a に加えられている力が、座圧センサ 74 によって監視される。また、座圧パターン記憶部 78 には、座面 73 a の角度 に対する座圧力の正常な変化パターンが記憶されている。座面制御部 76 は、座面 73 a の角度 毎に、座圧センサ 74 によって検出された座圧力と、座圧パターン記憶部 78 に記憶されている座圧力とを比較しながら、座面 73 a の角度 を変化させていく。例えば、検出された座圧力が、正常な座圧力よりも大きければ、座面 73 a の角度 の変化速度を低下させる。逆に、検出された座圧力が、正常な座圧力よりも小さければ、座面 73 a の角度 の変化速度を上昇させる。

【 0026 】

図 8 に、座面 73 a の角度 に対する座圧力 W の正常な変化パターンの一例を示す。図 8 において、座圧力 W A は、被介助者 2 が座席 70 に着席している状態であり、立ち上がり動作を開始する以前における座圧力 W を示している。座圧力 W B は、被介助者 2 が立ち上がり動作を開始した直後の座圧力 W を示している。即ち、被介助者 2 が立ち上がり動作を開始すると、座圧力 W は急激に減少する。その後、座面 73 a の角度 が 1、 2 と増大していき、被介助者 2 の立ち上がり動作が進行していくに従って、座圧力 W は W C、 W D と減少していく。なお、座圧力 W は、被介助者 2 の体重等によって変化する。そのことから、座面制御部 76 は、被介助者 2 が座席 70 に着席している間に座圧センサ 74 によって検出された座圧力と、座圧パターン記憶部 78 に記憶されている座圧力 W A とを比較し、座圧力 W の変化パターン W A - W B - W C - W D を修正して用いることが好ましい。あるいは、被介助者 2 がタッチパネル 24 から自身の体重を入力し、座面制御部 76 が入力された被介助者 2 の体重に基づいて、座圧力 W の変化パターン W A - W B - W C - W D を修正するようにしてもよい。また、被介助者 2 の身長別や体重別に、座圧力 W の変化パターンを複数用意してもよい。

【 0027 】

図 9 は、ロボット 10 が、座席 70 に着席していた被介助者 2 の立ち上がり動作を介助する際に実行するフローを示している。以下、図 9 に示すフローに沿って、ロボット 10 が立ち上がり介助動作において実行する処理について説明する。

ロボット 10 は、座席 70 に被介助者 2 が着席している状態で、被介助者 2 による立ち上がり介助動作の開始指令を受けて、図 9 に示す処理フローをスタートする。被介助者 2 は、例えばタッチパネル 24 を操作するか、音声による動作指令を行うことで、ロボット 10 に指令を与えることができる。

ステップ S 102 では、まず、座圧センサ 74 によって、座圧力の検出が開始される。座席 70 の動作は未だ開始されない。この時点で検出される座圧力は、座圧パターン記憶部 78 に記憶されている座圧力 W A (図 8 参照) に対応する。従って、例えば座面制御部 76 は、この時点で検出した座圧力と、座圧パターン記憶部 78 に記憶されている座圧力 W A との差異を用いて、座圧パターン記憶部 78 に記憶されている座圧力 W の変化パターン W A - W B - W C - W D を修正することもできる。

ステップ S 104 では、座面制御部 76 が、座圧センサ 74 によって検出された座圧力

10

20

30

40

50

が、検出を開始した時点における座圧力よりも所定値 dW 以上低下したのか否かを判定する。この所定値 dW は、座圧パターン記憶部 78 に記憶されている座圧力 WA と座圧力 WB との差に対応する（図 8 参照）。座面制御部 76 は、座圧力の低下を検知すると、被介助者 2 が立ち上がり動作を実際に開始したと判断して、ステップ S106 へ進む。一方、座圧力の低下が検知されなければ、座面制御部 76 は被介助者 2 が立ち上がり動作を開始していないと判断する。この場合、座席 70 の動作を開始しない。それにより、座席 70 は被介助者 2 の動作に追従して動作することとなり、被介助者 2 の意思に反して座席 70 が能動的に動作することが禁止される。

【0028】

ステップ S106 では、座面制御部 76 が、座面 73a の移動を開始する。座面制御部 76 は、座面アクチュエータ 81、82、83 の動作を制御することによって、座面 73a を図 7 に示すように回動させていく。座面制御部 76 は、座面 73a を回動させている間、座圧センサ 74 によって検出された座圧力と、座圧パターン記憶部 78 に記憶されている座圧力とを比較しながら、座面 73a の角度 θ を変化させていく。 10

ステップ S108 とステップ S110 の処理は、座面制御部 76 が、座面 73a を角度 θ_2 まで回動させている間、繰り返し実行する。座面制御部 76 は、座面 73a を回動させている間、座圧センサ 74 によって検出された座圧力を、座圧パターン記憶部 78 に記憶されている座圧力と比較して、正常であるのか否かを判断する（ステップ S108）。詳しくは、座面制御部 76 は、座圧センサ 74 によって検出された座圧力と、座圧パターン記憶部 78 に記憶されている座圧力との差異が許容値未満であれば、座圧力は正常と判断する。この場合、座面制御部 76 は、座圧センサ 74 によって検出された座圧力と、座圧パターン記憶部 78 に記憶されている座圧力との差異に応じて、座面 73 の角度 θ の変化速度を調節する。次いでステップ S110 へと進み、座面 73a の移動が終了するまで、即ち、座面 73a の角度 θ が θ_2 となるまで、ステップ S108、S110 の処理が繰り返される。座面 73a の移動が終了すると、ステップ S112 へ進む。 20

【0029】

一方、ステップ S108 において、座圧センサ 74 によって検出された座圧力と、座圧パターン記憶部 78 に記憶されている座圧力との差異が許容値以上となると、座面制御部 76 は座圧力が異常と判断する。例えば被介助者 2 が立ち上がり動作を中止すると、座圧センサ 74 によって検出される座圧力は大きく上昇する。この場合、座面制御部 76 は座圧力が異常と判断する。座面制御部 76 は、座圧力が異常と判断すると、座面 73a の移動を停止する（ステップ S122）。次いで、座面 73a を着席時の位置（図 3 に示す位置 B）へ戻し（ステップ S124）、立ち上がり介助動作を終了する。それにより、被介助者 2 の意思に反して、立ち上がり介助動作が行われることを防止する。 30

【0030】

ステップ S112 では、座面制御部 76 が、座圧センサ 74 によって検出された座圧力が、ゼロであるのか否かを判断する。被介助者 2 が立ち上がりを完了すると、被介助者 2 は座面 73a から離反することとなり、座圧センサ 74 によって検出される座圧力はゼロとなる。座面制御部 76 は、座圧センサ 74 によって検出された座圧力がゼロでなければ、被介助者 2 が立ち上がりを完了していないと判断して、座面 73 の位置を維持する。そして、座圧センサ 74 によって検出された座圧力がゼロとなると、介助者 2 が立ち上がりを完了したと判断して、座面 73a を収容位置（図 3 に示す位置 A）へ戻す。そして、立ち上がり介助動作を終了する。 40

【0031】

このように、ロボット 10 では、被介助者 2 が着席可能な座席 70 が用意されているので、ロボット 10 による介助を受けて歩行する被介助者 2 は、いつでも休憩することができる。そして、被介助者 2 が座席 70 から立ち上がる際には、被介助者 2 の立ち上がり動作が介助される。単独での立ち上がりが困難な被介助者 2 でも、ロボット 10 による介助を受けて歩行する際に、座席 70 を利用して休憩を適宜挟むことが可能となり、ロボット 10 による介助を受けながら比較的長距離を歩行することができる。 50

【 0 0 3 2 】

以上、本発明の具体例を詳細に説明したが、これらは例示にすぎず、特許請求の範囲を限定するものではない。特許請求の範囲に記載の技術には、以上に例示した具体例を様々に変形、変更したものが含まれる。

例えば、上記した実施例では、検出された操作力に基づいてロボット10の目標移動量を計算し、計算した目標移動量だけロボット10が移動する。即ち、ロボット10の移動制御を位置制御で行っている。その一方において、ロボット10の移動制御を、速度制御で行ってもよい。即ち、検出された操作力に基づいてロボット10の目標速度（速さと向きを含む）を計算し、計算した目標速度にロボット10の速度を調節する。速度制御を用いる場合でも、運動方程式（1）（2）を満たす運動を、ロボット10の運動に正しく実現することができる。

10

本明細書または図面に説明した技術要素は、単独であるいは各種の組み合わせによって技術的有用性を発揮するものであり、出願時の請求項に記載の組み合わせに限定されるものではない。また、本明細書または図面に例示した技術は複数の目的を同時に達成するものであり、そのうちの一つの目的を達成すること自体で技術的有用性を持つものである。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 3 】

【図1】被介助者がロボットによる歩行介助を受ける様子を示す図。

【図2】被介助者がロボットの座席を利用して休憩している様子を示す図。

【図3】ロボットの座席の構成を示す図。

20

【図4】ロボットの電気的な構成を示す図。

【図5】検出される操作力とロボットの移動に関わる力との関係を示す図。

【図6】ロボットが歩行介助時に実行するフローチャート。

【図7】立ち上がり介助時における座席の動作を示す図。

【図8】座圧力の正常な変化パターンを例示する図。

【図9】ロボットが立ち上がり介助時に実行するフローチャート。

【符号の説明】

【 0 0 3 4 】

2：被介助者

10：ロボット

30

12：頭部

14：眼部

16：耳部

18：胴部

20：アーム部

22：腰部

40：ハンドル（支持部）

42：力覚センサ

44：移動力計算部

46：移動量計算部

40

48：移動制御部

50：移動量検出部

52：移動速度検出部

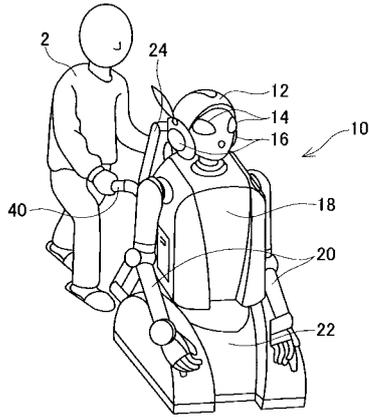
60：移動機構

74：座圧センサ

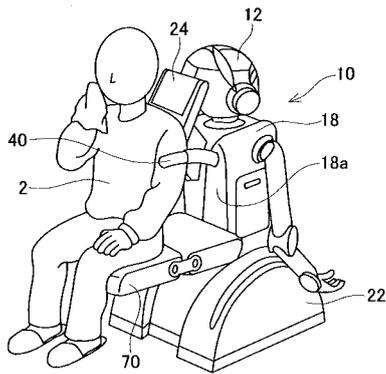
76：座面制御部

81、82、83：座面アクチュエータ

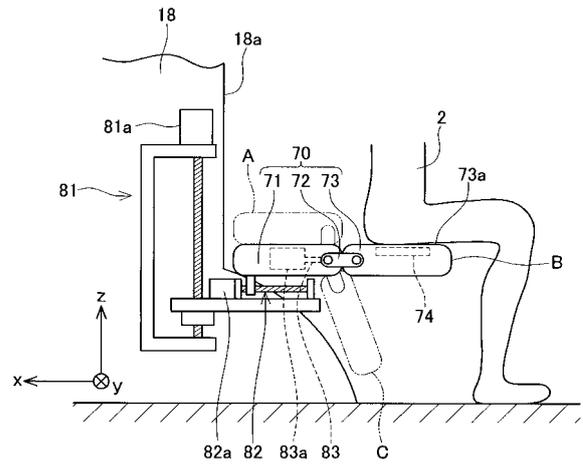
【 図 1 】



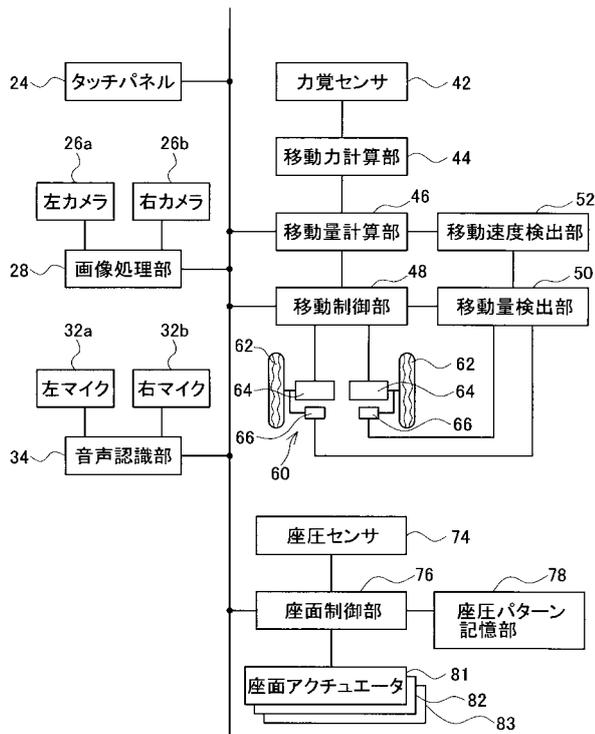
【 図 2 】



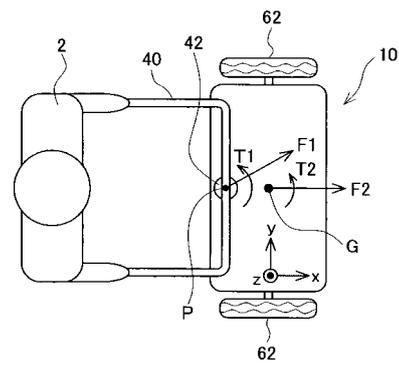
【 図 3 】



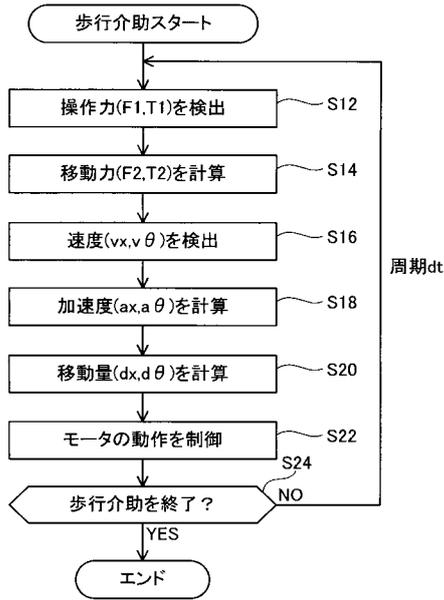
【 図 4 】



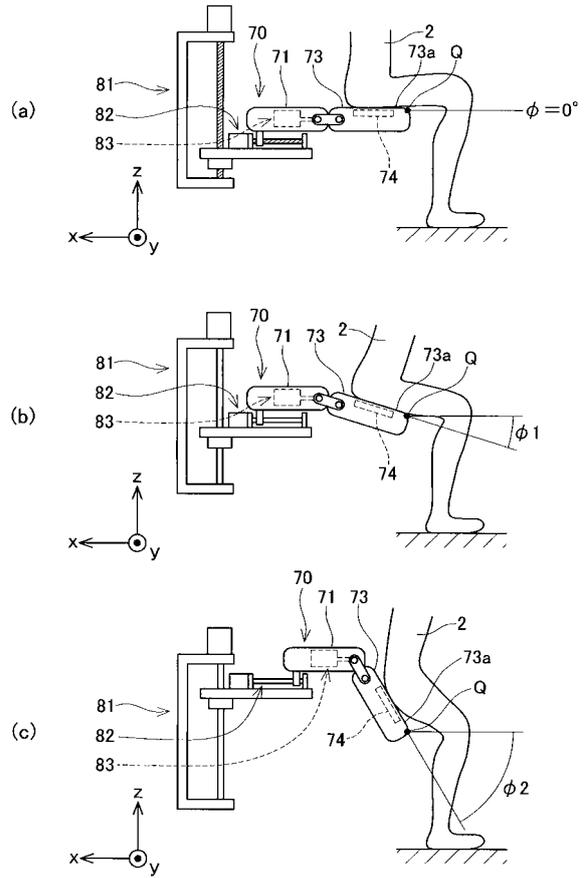
【 図 5 】



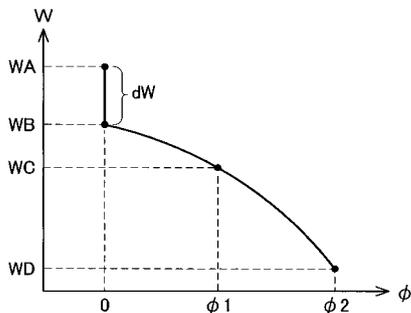
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】

