

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7088092号
(P7088092)

(45)発行日 令和4年6月21日(2022.6.21)

(24)登録日 令和4年6月13日(2022.6.13)

(51)国際特許分類 F I
A 6 1 H 1/02 (2006.01) A 6 1 H 1/02 R

請求項の数 5 (全17頁)

(21)出願番号	特願2019-47890(P2019-47890)	(73)特許権者	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31年3月15日(2019.3.15)	(74)代理人	100103894 弁理士 家入 健
(65)公開番号	特開2020-146327(P2020-146327 A)	(72)発明者	山口 雄平 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自 動車株式会社内
(43)公開日	令和2年9月17日(2020.9.17)	審査官	小野田 達志
審査請求日	令和3年6月24日(2021.6.24)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 バランス訓練装置およびバランス訓練装置の制御プログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

駆動部を駆動することにより移動面上を移動可能な移動台車と、
前記駆動部を駆動して、予め設定された揺動パターンに従って前記移動台車を移動させる移動制御部と、
前記移動台車に立つ訓練者の状態の乱れが所定の範囲から外れたことを検出する姿勢検知センサと、
前記姿勢検知センサから通知される前記訓練者の状態の検出結果に基づき、前記揺動パターンを変更して移動台車を移動させる訓練の難易度を変更することを前記移動制御部に指示する難易度設定部と、を有し、
前記難易度設定部は、
前記姿勢検知センサから通知される前記訓練者の状態の崩れが前記所定の範囲外となった状態の継続時間が第1の規定値を超えた場合に前記難易度を低下させ、
前記姿勢検知センサから通知される前記訓練者の状態の崩れが前記所定の範囲外となった状態の継続時間が前記第1の規定値よりも大きな第3の規定値を超えた場合に前記移動制御部に前記訓練を中止することを指示するバランス訓練装置。

【請求項2】

前記姿勢検知センサは、前記移動台車に取り付けられる手すりに設けられる手すりスイッチ、前記手すりと前記手すりを支持する支柱との間に設けられる圧力センサ、前記訓練者の身体の一部に取り付けられ前記訓練者の生態情報を検知する生体センサ、前記移動台車

に取り付けられ前記訓練者の姿勢を撮影するカメラ、の少なくとも1つを含む請求項1に記載のバランス訓練装置。

【請求項3】

前記難易度設定部は、前記姿勢検知センサから通知される前記訓練者の状態の崩れが前記所定の範囲外となった状態の時間の積算値が、予め決まった長さの判定閾値期間内の所定の割合を超えた場合に前記難易度を低下させる請求項1又は2に記載のバランス訓練装置。

【請求項4】

前記難易度設定部は、前記姿勢検知センサから通知される前記訓練者の状態の崩れが前記所定の範囲内である状態の継続時間が、第2の規定値に基づき設定される難易度上昇判定期間以上となった場合に前記難易度を上昇させる請求項1乃至3のいずれか1項記載のバランス訓練装置。

10

【請求項5】

移動面上を移動する移動台車に訓練者が立ってバランス訓練を行うバランス訓練装置の制御プログラムであって、

前記移動台車を移動させる駆動部を駆動して、予め設定された揺動パターンに従って前記移動台車を移動させる移動制御ステップと、

前記訓練者の状態の乱れが所定の範囲から外れたことを検出する姿勢検知ステップと、

前記姿勢検知ステップにおいて通知される前記訓練者の状態の検出結果に基づき、前記揺動パターンを変更して前記移動台車を移動させる訓練の難易度を変更する難易度設定ステップと、をコンピュータに実行させ、

20

前記難易度設定ステップにおいて、

前記姿勢検知ステップにおいて通知される前記訓練者の状態の崩れが前記所定の範囲外となった状態の継続時間が第1の規定値を超えた場合に前記難易度を低下させ、

前記姿勢検知ステップにおいて通知される前記訓練者の状態の崩れが前記所定の範囲外となった状態の継続時間が前記第1の規定値よりも大きな第3の規定値を超えた場合に前記移動制御ステップを中止することを指示するバランス訓練装置の制御プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、バランス訓練装置およびバランス訓練装置の制御プログラムに関する。

30

【背景技術】

【0002】

脚の不自由な患者がリハビリ訓練を行うための訓練装置が普及しつつある。例えば、訓練を行う訓練者を踏み板の上に立たせてその重心位置を観察し、踏み出しを促したり転倒を防いだりするために、踏み板を駆動手段で移動させる訓練装置が知られている（例えば、特許文献1を参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2015-100477号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

踏み板が訓練装置に対して微量移動する構成では、訓練者は原則として床面に対して直立した状態を維持するので、環境の変化に乏しく、訓練者のモチベーションを維持することが困難である。特に訓練試行にゲーム性を与える場合には、ゲームに連動して大きな体感が得られるほど、訓練者は意欲を持って訓練試行に臨むことができる。そこで、バランス訓練装置に移動台車を設け、訓練者を搭乗させた状態でバランス訓練装置ごと移動させる構成がリハビリ訓練に効果的であることがわかってきた。

【0005】

50

しかし、このようなバランス訓練装置においては、訓練者の回復度合いに応じて、例えば、台車の加速度、移動速度等の訓練の難易度を調節する必要がある。特に、訓練者の回復度は、訓練者の年齢、体力等によって訓練の進捗速度が異なるため訓練者毎に細かな難易度の設定を行う必要がある。

【0006】

本発明は、このような問題を解決するためになされたものであり、バランス機能に疾患を有する訓練者がリハビリ訓練において訓練の難易度を訓練者に応じて調節することができるバランス訓練装置等を提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の第1の態様におけるバランス訓練装置は、駆動部を駆動することにより移動面上を移動可能な移動台車と、前記駆動部を駆動して、予め設定された揺動パターンに従って前記移動台車を移動させる移動制御部と、前記移動台車に立つ訓練者の状態の乱れが所定の範囲から外れたことを検出する姿勢検知センサと、前記姿勢検知センサから通知される前記訓練者の状態の検出結果に基づき、前記揺動パターンを変更して移動台車を移動させる訓練の難易度を変更することを前記移動制御部に指示する難易度設定部と、を有する。

【0008】

このように、訓練による訓練者の姿勢の乱れの大きさを検出して訓練の難易度を変更することで訓練者に適した訓練を訓練者に提供することができる。

【0009】

上記姿勢検知センサは、前記移動台車に取り付けられる手すりに設けられる手すりセンサ、前記手すりと前記手すりを支持する支柱との間に設けられる圧力センサ、前記訓練者の身体の一部に取り付けられ前記訓練者の生態情報を検知する生体センサ、前記移動台車に取り付けられ前記訓練者の姿勢を撮影するカメラ、の少なくとも1つを含むものであっても良い。

【0010】

また上記の難易度設定部は、前記姿勢検知センサから通知される前記訓練者の状態の崩れが前記所定の範囲外となった状態の継続時間が第1の規定値を超えた場合に前記難易度を低下させるものであってもよい。

【0011】

また上記の難易度設定部は、前記姿勢検知センサから通知される前記訓練者の状態の崩れが前記所定の範囲外となった状態の継続時間が前記第1の規定値よりも大きな第3の規定値を超えた場合に前記移動制御部に前記訓練を中止することを支持するものであってもよい。

【0012】

また、上記の難易度設定部は、前記姿勢検知センサから通知される前記訓練者の状態の崩れが前記所定の範囲外となった状態の時間の積算値が、予め決まった長さの判定閾値期間内の所定の割合を超えた場合に前記難易度を低下させるものであってもよい。

【0013】

また、上記の難易度設定部は、前記姿勢検知センサから通知される前記訓練者の状態の崩れが前記所定の範囲内である状態の継続時間が、第2の規定値に基づき設定される難易度上昇判定期間以上となった場合に前記難易度を上昇させるものであってもよい。

【0014】

また、第2の態様におけるバランス制御装置の制御プログラムは、移動面上を移動する移動台車に訓練者が立ってバランス訓練を行うバランス訓練装置の制御プログラムであって、前記移動台車を移動させる駆動部を駆動して、予め設定された揺動パターンに従って前記移動台車を移動させる移動制御ステップと、前記訓練者の状態の乱れが所定の範囲から外れたことを検出する姿勢検知ステップと、前記姿勢検知ステップにおいて通知される前記訓練者の状態の検出結果に基づき、前記揺動パターンを変更して前記移動台車を移動させる訓練の難易度を変更する難易度設定ステップと、をコンピュータに実行させる。この

10

20

30

40

50

ような制御プログラムによって制御されたバランス訓練装置によれば、訓練による訓練者の姿勢の乱れの大きさを検出して訓練の難易度を変更することで訓練者に適した訓練を訓練者に提供することができる。

【発明の効果】

【0015】

本発明により、バランス機能に疾患を有する訓練者がリハビリ訓練を行う際に訓練者の身体能力に応じた難易度の訓練を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】実施の形態1にかかる訓練装置の概略斜視図である。

10

【図2】実施の形態1にかかる訓練装置のシステム構成を示す図である。

【図3】実施の形態1にかかる訓練装置の機能を説明する概略図である。

【図4】実施の形態1にかかる訓練装置の訓練の難易度を説明する図である。

【図5】実施の形態1にかかる訓練装置の動作を説明するフローチャートである。

【図6】実施の形態1にかかる訓練装置における訓練の難易度の変化を説明するタイミングチャートである。

【図7】実施の形態2にかかる訓練装置における訓練の難易度の変化を説明するタイミングチャートである。

【図8】実施の形態3にかかる訓練装置の動作を説明するフローチャートである。

【図9】実施の形態3にかかる訓練装置の難易度アップ処理の動作を説明するフローチャートである。

20

【図10】実施の形態4にかかる訓練装置の動作を説明するフローチャートである。

【図11】実施の形態5にかかる訓練装置の機能を説明する概略図である。

【図12】実施の形態6にかかる訓練装置の機能を説明する概略図である。

【図13】実施の形態7にかかる訓練装置の機能を説明する概略図である。

【図14】実施の形態8にかかる訓練装置の機能を説明する概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、発明の実施の形態を通じて本発明を説明するが、特許請求の範囲に係る発明を以下の実施形態に限定するものではない。また、実施形態で説明する構成の全てが課題を解決するための手段として必須であるとは限らない。また、以下の説明では、複数の実施の形態において共通する構成要素については、1つの実施の形態の説明で説明して、他の実施の形態の説明では、説明を省略する。

30

【0018】

実施の形態1

図1は、実施の形態1にかかるバランス訓練装置の一例としての訓練装置100の概略斜視図である。訓練装置100は、片麻痺などの障害を持つ障害者が歩行に必要な重心移動を習得するためや、足関節に障害を抱える患者が足関節機能を回復させるための装置である。例えば、足関節機能を回復させたい訓練者900がバランスを取りつつ訓練装置100に搭乗を続けようとするすると、訓練装置100は、訓練者900の足関節にリハビリ効果を期待できる程度の負荷を与えることができる。

40

【0019】

訓練装置100は、リハビリ施設の床面等を移動面として、その移動面上を前後方向に移動可能な移動台車110と、移動台車110に立設され、移動台車110に搭乗する訓練者900の脱落を防止するフレーム160を備える。移動台車110は、主に、駆動輪121、キャスト122、搭乗プレート130、荷重センサ140、コントロールボックス150を備える。

【0020】

駆動輪121は、走行方向に対して2つの前輪として配置されている。駆動輪121は、駆動部としての不図示のモータによって回転駆動され、移動台車110を前進させたり後

50

退させたりする。キャスト122は、従動輪であり、走行方向に対して2つの後輪として配置されている。搭乗プレート130は、訓練者900が搭乗して両足を載置する搭乗部である。搭乗プレート130は、訓練者900の搭乗に耐える比較的剛性の高い、例えばポリカーボネート樹脂製の平板が用いられる。搭乗プレート130は、四隅に配置された荷重センサ140を介して移動台車110の上面に支持されている。

【0021】

荷重センサ140は、例えばロードセルであり、移動台車110に立つ訓練者900の足から受ける荷重を検出する検出部としての機能を担う。コントロールボックス150は、後述する演算処理部やメモリを収容する。

【0022】

フレーム160は、開扉161と手すり162を含む。開扉161は、訓練者900が搭乗プレート130に搭乗する場合に開いて、訓練者900の通路を形成する。訓練試行を行う場合には閉じられてロックされる。手すり162は、訓練者900がバランスを崩しそうな時や不安に感じた時に掴むことができるように、訓練者900を取り囲むように設けられている。フレーム160は、表示パネル170を支持している。表示パネル170は、例えば液晶パネルである表示部であり、訓練者900が訓練試行中に視認しやすい位置に配置されている。

【0023】

図2は、訓練装置100のシステム構成を示す図である。演算処理部200は、例えばMPUであり、メモリ240から読み込んだ制御プログラムを実行することにより、装置全体の制御を実行する。駆動部(例えば、駆動輪ユニット210)は、駆動輪121を駆動するための駆動回路やモータを含む。また、駆動輪ユニット210は、駆動輪121の回転量を検出するロータリエンコーダを含む。

【0024】

操作受付部220は、訓練者900やオペレータからの入力操作を受け付けて、操作信号を演算処理部200へ送信する。訓練者900やオペレータは、装置に設けられた操作ボタンや表示パネル170に重畳されたタッチパネル、付属するリモコン等を操作して、電源のオン/オフや訓練試行の開始の指示を与えたり、設定に関する数値の入力やメニュー項目の選択を行ったりする。

【0025】

表示制御部230は、演算処理部200からの表示信号に従って、例えば、訓練者900に対する姿勢の指示、或いは、課題ゲームのグラフィック映像等を生成し、表示パネル170に表示する。メモリ240は、不揮発性の記憶媒体であり、例えばソリッドステートドライブが用いられる。メモリ240は、訓練装置100を制御するための制御プログラム等を記憶している。また、制御に用いられる複数の揺動パターン等のパラメータ値、関数、ルックアップテーブル等を記憶している。メモリ240は、特に、訓練者900が楽しく訓練試行を行えるようにゲーム形式で課題を与えるプログラムである課題ゲーム241と、移動台車110をどのように動作させるかを規定する揺動パターン242を記憶している。荷重センサ140は、搭乗プレート130を介して訓練者900の足から加えられる荷重を検出して、その検出信号を演算処理部200へ送信する。姿勢検知センサ250は、訓練者900の状態の乱れが所定の範囲から外れたことを検出する。姿勢検知センサ250は、訓練者900に接触した状態、あるいは、非接触の状態での訓練者900の姿勢の乱れ、あるいは、心拍数等の訓練者900の状態の乱れを検出する。

【0026】

演算処理部200は、算出部であり、制御プログラムの要請に従って様々な演算や個別要素の制御を実行する機能実行部としての役割も担う。荷重算出部201は、4つの荷重センサ140の検出信号を取得して、訓練者900の搭乗面における両足の荷重重心を算出する。具体的には、4つの荷重センサ140のそれぞれの位置は既知であるので、それぞれの荷重センサ140が検出する鉛直方向の荷重の分布から重心位置を算出して、その位置を荷重重心とする。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 7 】

範囲設定部 2 0 2 は、訓練者 9 0 0 が搭乗面で直立を維持できると推定される荷重重心の範囲である安定範囲を設定する。移動制御部 2 0 3 は、荷重重心の移動量に基づき駆動輪ユニット 2 1 0 を駆動して、予め設定された揺動パターンに従って移動台車 1 1 0 を移動させる。また、移動制御部 2 0 3 は、駆動輪ユニット 2 1 0 へ送信する駆動信号を生成し、駆動輪ユニット 2 1 0 を介して移動台車 1 1 0 の移動を制御する。

【 0 0 2 8 】

難易度設定部 2 0 4 は、姿勢検知センサ 2 5 0 から通知される訓練者 9 0 0 の状態の検出結果に基づき、揺動パターンを変更して移動台車 1 1 0 を移動させる訓練の難易度を変更することを移動制御部 2 0 3 に指示する。実施の形態 1 では、姿勢検知センサ 2 5 0 は、訓練者 9 0 0 の姿勢が予め設定した範囲以上の乱れを示した場合に、難易度設定部 2 0 4 に検出結果を送信する。そして、難易度設定部 2 0 4 は、姿勢検知センサ 2 5 0 から訓練者 9 0 0 の状態の乱れが予め設定した第 1 の閾値以上の期間継続した場合に訓練の難易度を低下させることを移動制御部 2 0 3 に支持する。

10

【 0 0 2 9 】

なお、実施の形態 1 にかかる訓練装置 1 0 0 は、訓練者 9 0 0 の荷重重心の移動に伴い移動台車 1 1 0 を移動させる訓練とは別に、能動的に移動台車 1 1 0 を移動させて訓練者 9 0 0 の姿勢を維持させる能動的負荷訓練を行う。つまり、実施の形態 1 にかかる訓練装置 1 0 0 の能動的負荷訓練では、荷重センサ 1 4 0、荷重算出部 2 0 1、範囲設定部 2 0 2 の機能を積極的に利用しない。一方、実施の形態 1 にかかる訓練装置 1 0 0 の能動的負荷訓練では、メモリ 2 4 0 に格納された揺動パターン 2 4 2 に従って移動制御部 2 0 3 が駆動輪ユニット 2 1 0 に駆動指示を与え、移動台車 1 1 0 を移動させる。

20

【 0 0 3 0 】

そこで、実施の形態 1 にかかる訓練装置 1 0 0 の特徴の一つである難易度の調整方法及びその構成についてより詳細に説明する。図 3 に実施の形態 1 にかかる訓練装置の機能を説明する概略図を示す。図 3 に示した構成は、以下で説明する難易度の調整において必要な構成を選択的に示したものであり、実施の形態 1 にかかる訓練装置 1 0 0 には、例えば、図 1 で示した他の構成も含まれる。また、図 3 では、図 1 で説明した構成と重複する構成についての説明は省略する。

【 0 0 3 1 】

図 3 に示すように、実施の形態 1 にかかる訓練装置 1 0 0 は、移動台車 1 1 0 に取り付けられた支柱（例えば、フレーム 1 6 0）に取り付けられた手すり 1 6 2 に手すりスイッチ 3 1 0 が設けられる。この手すりスイッチ 3 1 0 は、姿勢検知センサ 2 5 0 として用いることができるセンサの一つである。また、図 1 に示す例では、表示パネル 1 7 0 に表示される電源のオン/オフを指示する電源ボタンを訓練スイッチ 3 2 0 としてフレーム 1 6 0 に取り付けられる形態を示した。このようにフレーム 1 6 0 に訓練スイッチ 3 2 0 を設けることで、オペレータが訓練装置 1 0 0 の動作開始、及び、動作停止を行いやすくなる。

30

【 0 0 3 2 】

実施の形態 1 にかかる訓練装置 1 0 0 では、訓練者 9 0 0 の体力、回復度合いに応じて訓練の難易度を調整する。そのため、実施の形態 1 にかかる訓練装置 1 0 0 では、訓練者 9 0 0 に与える訓練として移動台車 1 1 0 の揺動パターンを複数設定する。メモリ 2 4 0 には、揺動パターン 2 4 2 には、複数の揺動パターンが含まれる。そして、この揺動パターン 2 4 2 は、の難易度が異なる複数の揺動パターンを含む。そこで、揺動パターン 2 4 2 の一例を図 4 に示す。図 4 は、実施の形態 1 にかかる訓練装置の訓練の難易度を説明する図である。図 4 では、上図に揺動パターンによる移動台車 1 1 0 の速度変化と、速度変化を変化させるためのパラメータを説明するグラフを示した。また、図 4 では、下図に揺動パターンのパラメータを難易度毎に一覧にした表を示した。

40

【 0 0 3 3 】

図 4 に示した例では、実施の形態 1 にかかる揺動パターンは、停止期間 T_1 、揺動期間 T_2 、及び、速度強度パラメータ A の 3 つのパラメータを用いた速度関数 F により表される

50

速度変化曲線グラフにより表される。より具体的には、図4に示した例では、実施の形態1にかかる揺動パターンは、目標速度を v 、移動台車110の進行方向を示す進行方向パラメータを S 、訓練開始後の経過時間を t 、停止期間を $T1$ 、揺動期間を $T2$ 、速度強度パラメータを A とすると目標速度 v は、(1)式により表される。なお、(1)式において進行方向パラメータ S が1である時は移動台車110が前進方向の移動を行い、-1である時は訓練装置100が後退方向の移動を行うものとする。

$$v = S \times F(t, A, T1, T2) \cdots (1)$$

【0034】

また、図4の下図に示した例では、実施の形態1にかかる揺動パターンは、難易度1~5を定義し、難易度5がもっとも難易度が高く、難易度1がもっとも難易度が低くなる。難易度が高い揺動パターンは、短い時間に速い速度で移動台車110を移動させる。一方、難易度が低い揺動パターンでは、長い時間をかけてゆっくりとした速度で移動台車110を移動させる。

10

【0035】

続いて、実施の形態1にかかる訓練装置100の動作について説明する。そこで、図5に実施の形態1にかかる訓練装置の動作を説明するフローチャートを示す。この図5で示す例では、最低難易度を1、最高難易度を5とした例であるが、難易度の設定の仕方に応じて、難易度の上昇低下のさせ方は適宜変更することが好ましい。

【0036】

図5に示すように、実施の形態1にかかる訓練装置100では、まず、訓練スイッチをオンさせることで訓練を開始する(ステップS1)。そして、訓練が開始されると難易度設定部204は、揺動パターンを指定する値を格納する難易度カウンタを5とする。(ステップS2)。そして、難易度設定部204内のレジスタ等に定義される手すりONカウンタを0、難易度ダウンフラグを0とする(ステップS3)。その後、難易度設定部204は、難易度カウンタの値を参照して、揺動パターンを決定する(ステップS4)。そして、訓練装置100は、ステップS4で選択された揺動パターンに従って移動台車110を制御する(ステップS5)。

20

【0037】

続いて、実施の形態1にかかる訓練装置100は、手すりスイッチ310がオフ状態を示していれば、難易度設定部204が手すりONカウンタを0とする(ステップS6のYESの枝)。また、訓練装置100は、手すりスイッチ310がオン状態を示していた場合(ステップS6のNOの枝)、難易度設定部204が手すりONカウンタの値を1つ増加させる(ステップS10)。その後、難易度設定部204は、手すりONカウンタが予め設定された第1の規定値を超えているか否かを判断する(ステップS11)。難易度設定部204は、ステップS11において、手すりONカウンタが第1の規定値以下であれば、ステップS8の判断を行う。一方、難易度設定部204は、ステップS11において、手すりONカウンタが第1の規定値よりも大きければ、難易度ダウンフラグを1に書き換えた後にステップS8の判断を行う(ステップS12)。ステップS8は、訓練スイッチがオフ状態とされたか否かについての判断であり、ステップS12において訓練スイッチがオフ状態であれば、訓練装置100は動作を停止させる(ステップS9)。一方、ステップS8において、訓練スイッチがオン状態であった場合、訓練装置100の移動制御部203は、現在のタイミングが揺動パターンの実行中か否かを判断する(ステップS21)。

30

40

【0038】

ステップS21において、移動制御部203が揺動パターンの実行中と判断した場合(ステップS21のNOの枝)、移動制御部203と難易度設定部204は、ステップS5~S8、及び、ステップS10~S12を実行する。一方、ステップS21において、移動制御部203が揺動パターンの実行が完了した判断した場合(ステップS21のYESの枝)、難易度設定部204が難易度の調整処理をステップS22~S24において行う。

【0039】

50

ステップS 2 2では、難易度設定部 2 0 4は、難易度ダウンフラグを参照し、難易度ダウンフラグが0であれば、揺動パターンの難易度は変更せずにステップS 3の処理から再度処理を継続する。一方、ステップS 2 2において、難易度ダウンフラグが1であると難易度設定部 2 0 4が判断した場合、難易度設定部 2 0 4は、現在移動制御部 2 0 3が選択している揺動パターンの難易度が2以上であるか否かを判断する(ステップS 2 2)。そして、難易度が2以上であれば、難易度設定部 2 0 4は、移動制御部 2 0 3に選択させる揺動パターンの難易度を現在の値から1つ下げた値に更新する(ステップS 2 3)。一方、ステップS 2 2において、難易度が2よりも小さいと判断された場合、それ以上難易度を下げられないため、難易度設定部 2 0 4は、移動制御部 2 0 3に選択させる揺動パターンの難易度を現在の値のまま維持する(ステップS 2 2のNOの枝)。ステップS 2 4の更新処理、又は、ステップS 2 3の難易度維持判断処理が完了した後、訓練装置 1 0 0は、ステップS 3の処理から順に処理を継続する。

10

【 0 0 4 0 】

図5に示したフローチャートに沿った動作を行った場合の難易度の変化をタイミングチャートを用いて説明する。そこで、図6に実施の形態1にかかる訓練装置における訓練の難易度の変化を説明するタイミングチャートを示す。図6に示す例は、揺動パターンを2回実行する期間にわたる訓練装置 1 0 0の動作を示すものである。また、図6に示す例では、最初の揺動パターンサイクルにおいて難易度5の揺動パターンを選択し、訓練者 9 0 0の姿勢が維持できずに、次の揺動パターンサイクルで揺動パターンの難易度を4に低下させる例である。

20

【 0 0 4 1 】

図6に示す例では、タイミングT 0からT 3において最初の揺動パターンサイクルTBが実行される。図6に示す例では、タイミングT 1において、訓練者 9 0 0が手すりスイッチをオンさせる。訓練者 9 0 0は、訓練の難易度が自身の能力を超えていた場合、姿勢の維持が困難になるため、この手すりスイッチ 3 1 0を押しつつ手すり 1 6 2を掴むことで姿勢を維持する。そして、タイミングT 2において手すりONカウンタが第1の規定値を超える。これにより、タイミングT 2で難易度ダウンフラグが0から1に書き換えられる。そして、タイミングT 2よりも後のタイミングで訓練者 9 0 0が手すりスイッチ 3 1 0から手を離すことで手すりONカウンタがゼロにリセットされる。しかしながら、タイミングT 2において1に書き換えられた難易度ダウンフラグは、タイミングT 3の揺動パターンサイクルが完了するまで1を維持する。

30

【 0 0 4 2 】

そして、タイミングT 3の揺動パターンサイクルTBの切り替わりにおいて、難易度設定部 2 0 4は、難易度ダウンフラグが1であることに基づき移動制御部 2 0 3が選択する揺動パターンの難易度を1つ低下させる。

【 0 0 4 3 】

また、図6に示す例では、タイミングT 3からT 8において2回目の揺動パターンサイクルTBが実行される。図6に示す例では、タイミングT 4において、訓練者 9 0 0が手すりスイッチをオンさせる。しかしながら、難易度が低下した2回目の揺動パターンサイクルTBでは、訓練者 9 0 0は、タイミングT 5で手すりスイッチ 3 1 0から手を離す。これにより、タイミングT 5において手すりONカウンタの値はゼロにリセットされる。その後、タイミングT 6において、訓練者 9 0 0が再び手すりスイッチ 3 1 0をオンさせる。その後、訓練者 9 0 0が手すりスイッチ 3 1 0のオンさせた状態が維持されると、タイミングT 7において手すりONカウンタが第1の規定値を超える。これにより、タイミングT 7で難易度ダウンフラグが0から1に書き換えられる。そして、タイミングT 7よりも後のタイミングで訓練者 9 0 0が手すりスイッチ 3 1 0から手を離すことで手すりONカウンタがゼロにリセットされる。しかしながら、タイミングT 7において1に書き換えられた難易度ダウンフラグは、タイミングT 8の揺動パターンサイクルが完了するまで1を維持する。

40

【 0 0 4 4 】

50

そして、タイミング T 8 の揺動パターンサイクル T B の切り替わりにおいて、難易度設定部 2 0 4 は、難易度ダウンフラグが 1 であることに基づき移動制御部 2 0 3 が選択する揺動パターンの難易度を 1 つ低下させる。

【 0 0 4 5 】

上記説明より、実施の形態 1 にかかる訓練装置 1 0 0 によれば、移動台車 1 1 0 を揺動パターンに従って能動的に動作させる能動的負荷訓練において、訓練者 9 0 0 の能力に対して訓練の難易度が高い場合に訓練者 9 0 0 が姿勢を維持するために支えとする手すりに手すりスイッチ 3 1 0 を設ける。そして、訓練中の手すりスイッチ 3 1 0 のオン状態が維持される期間の長さに基づき訓練強度を低下、又は、維持する。

【 0 0 4 6 】

これにより、実施の形態 1 にかかる訓練装置 1 0 0 では、訓練者 9 0 0 に与えた訓練の難易度が高ければ、訓練者 9 0 0 の能力に合う難易度まで訓練の難易度を下げることができる。また、実施の形態 1 にかかる訓練装置 1 0 0 では、難易度が高い揺動パターンから始めて徐々に難易度を落としていくため、訓練者 9 0 0 が自分の能力により対応できる難易度をできるだけ高く維持した訓練を行うことができる。

【 0 0 4 7 】

また、揺動パターンを予めメモリ 2 4 0 に保持することで、実施の形態 1 にかかる訓練装置 1 0 0 では、訓練の難易度に応じた揺動パターンを演算により生成する必要がない。また、実施の形態 1 にかかる訓練装置 1 0 0 では、手すりスイッチ 3 1 0 を手すり 1 6 2 に設けることで、訓練者 9 0 0 が姿勢を維持することが困難な状況においても、手すりスイッチ 3 1 0 を押しながら姿勢を維持することが容易になる。

【 0 0 4 8 】

実施の形態 2

実施の形態 2 では、訓練の難易度を変化させる訓練者 9 0 0 の姿勢の乱れの判定方法の別の方法を説明する。そこで、図 7 に実施の形態 2 にかかる訓練装置における訓練の難易度の変化を説明するタイミングチャートを示す。

【 0 0 4 9 】

実施の形態 2 にかかる訓練装置 1 0 0 では、難易度設定部 2 0 4 において、手すりスイッチ 3 1 0 がオン状態となった時間の所定期間内での積算値が、当該所定期間に対して一定の割合以上となったことに応じて難易度を低下させる。つまり、実施の形態 2 にかかる難易度設定部 2 0 4 は、姿勢検知センサ 2 5 0 から通知される訓練者 9 0 0 の状態の崩れが所定の範囲外となった状態の時間の積算値が、予め決まった長さの判定閾値期間内の所定の割合を超えた場合に難易度を低下させる。

【 0 0 5 0 】

図 7 に示す例では、所定の期間（例えば、判定閾値期間）として 1 つの揺動パターンサイクル T B の長さを設定する。そして、図 7 に示す例では、揺動サイクルパターン T B が開始されるタイミング T 1 0 からタイミング T 1 1 に至る期間に断続的に手すりスイッチ 3 1 0 がオン状態となる。難易度設定部 2 0 4 は、この手すりスイッチ 3 1 0 がオン状態となった時間を積算する。そして、タイミング T 1 1 において、積算値が予め設定した判定閾値を超えたため、難易度ダウンフラグを 1 とする。これにより、揺動パターンが次のサイクルに切り替わるタイミング T 1 2 において移動制御部 2 0 3 が選択する揺動パターンの難易度が下げられる。

【 0 0 5 1 】

上記説明より、訓練者 9 0 0 の姿勢の乱れが現在の訓練の難易度を継続する事は適切でないと判断するための判断方法は、例えば、図 6 に示した実施の形態 1 の判定方法以外にも訓練装置 1 0 0 の仕様、或いは、訓練の種類によって変更することができる。なお、図 7 に示した断続的に手すりスイッチ 3 1 0 がオン状態となるような姿勢の乱れが生じるのは、例えば、訓練者 9 0 0 の能力がと訓練の難易度に対して少しだけ足りない等の場合があり、実施の形態 2 の判定方法を採用することで、訓練の難易度の切り替え判断が難しい訓練者に対しても適切な難易度の訓練を提供することが可能になる。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 2 】

実施の形態 3

実施の形態 3 では、訓練の難易度を下げるだけでなく、上げるための処理を加えた動作方法について説明する。そこで、図 8 に実施の形態 3 にかかる訓練装置 1 0 0 の動作を説明するフローチャートを示す。

【 0 0 5 3 】

図 8 に示すように、実施の形態 3 にかかる訓練装置 1 0 0 では、図 5 に示した実施の形態 1 にかかるフローチャートのステップ S 2、S 2 4 をステップ S 4 1、S 4 2 に置き換えたものである。ステップ S 4 1 は、初期の訓練の難易度の設定に加え、実施の形態 3 にかかる訓練装置 1 0 0 で新たに設定される難易度アップカウンタの値をゼロにリセットする。ステップ S 4 2 は、難易度アップ処理である。難易度アップ処理は、難易度設定部 2 0 4 により行われる処理である。難易度アップ処理では、姿勢検知センサ 2 5 0 から通知される訓練者 9 0 0 の状態の崩れが所定の範囲内である状態の継続時間が、第 2 の規定値に基づき設定される難易度上昇判定期間以上となった場合に難易度を上昇させる。この難易度アップ処理の詳細な処理を以下で説明する。

10

【 0 0 5 4 】

図 9 に実施の形態 3 にかかる訓練装置の難易度アップ処理の動作を説明するフローチャートを示す。なお、図 9 では難易度アップ処理（ステップ S 4 2）とその前後の処理の関係を説明するために、難易度アップ処理の前後の処理ステップも記載した。

【 0 0 5 5 】

図 9 に示すように、難易度アップ処理は、ステップ S 2 1 において揺動パターンの実行が完了したと判断された場合に行われる。難易度アップ処理では、まず、難易度ダウンフラグが 1 であるか否かを判断する（ステップ S 5 1）。このステップ S 5 1 において、難易度ダウンフラグが 1 であった場合（ステップ S 5 1 の Y E S の枝）、難易度設定部 2 0 4 は、難易度アップカウンタをゼロにリセットしてステップ S 2 3 の難易度の値の判断を行う（ステップ S 5 2）。

20

【 0 0 5 6 】

一方、ステップ S 5 1 において、難易度ダウンフラグが 0 であった場合（ステップ S 5 1 の N O の枝）、難易度設定部 2 0 4 は、難易度アップカウンタの値を 1 つ増やす処理を行う（ステップ S 5 3）。その後、難易度設定部 2 0 4 は、難易度アップカウンタの値と予め設定された第 2 の規定値との大小関係を比較する（ステップ S 5 4）。このステップ S 5 4 において、難易度アップカウンタの値が第 2 の規定値以下の値であった場合（ステップ S 5 4 の N O の枝）、難易度設定部 2 0 4 は、ステップ S 3 の処理を次の処理として行う。一方、ステップ S 5 4 において、難易度アップカウンタの値が第 2 の規定値よりも大きな値であった場合（ステップ S 5 4 の Y E S の枝）、難易度設定部 2 0 4 は、現在の難易度が 4 以下であるか否かを判断する（ステップ S 5 5）。

30

【 0 0 5 7 】

ステップ S 5 5 において現在の難易度が 4 より大きいと判断された場合（ステップ S 5 5 の N O の枝）、難易度設定部 2 0 4 は、ステップ S 3 の処理を次の処理として行う。一方、ステップ S 5 5 において現在の難易度が 4 以下である判断された場合（ステップ S 5 5 の Y E S の枝）、難易度設定部 2 0 4 は、現在の難易度を 1 つ増やすと共に難易度アップカウンタをゼロにリセットする（ステップ S 5 6）そして、ステップ S 5 6 の処理が完了した後に難易度設定部 2 0 4 は、ステップ S 3 の処理を次の処理として行う。

40

【 0 0 5 8 】

なお、図 9 で示した例では、難易度上昇判定期間は、1 つの揺動パターンサイクルの実行時間と第 2 の規定値との積により決定される。

【 0 0 5 9 】

上記説明より、実施の形態 3 にかかる訓練装置 1 0 0 では、難易度を低下させるだけでなく、揺動パターンサイクルが複数回に亘って訓練者 9 0 0 が訓練を成功させた場合には、訓練の難易度を上げることができる。これにより、実施の形態 3 にかかる訓練装置 1 0

50

0では、訓練者900により適切な難易度の訓練を提供することができる。

【0060】

実施の形態4

実施の形態4では、訓練の難易度を変化させる訓練者900の姿勢の乱れの判定方法の別の方法を説明する。そこで、図10に実施の形態4にかかる訓練装置における訓練の難易度の変化を説明するタイミングチャートを示す。

【0061】

図10に示すように、実施の形態4にかかる訓練装置100では、図5に示した実施の形態1にかかる訓練装置100の動作のフローチャートにステップS61の処理を加えたものである。ステップS61は、ステップS12の処理の後に挿入される処理である。ステップS61では、難易度設定部204が手すりONカウンタが第3の規定値以上の値であるか否かを判断する。この第3の規定値は第1の規定値よりも大きな値に設定されるものである。そして、ステップS61において、手すりONカウンタの値が第3の規定値よりも大きいと判断された場合(ステップS61のYESの枝)、難易度設定部204は、移動制御部203に移動台車110を停止して訓練を中止することを指示する。一方、ステップS61において手すりONカウンタの値が第3の規定値以下であった場合(ステップS61のNOの枝)、難易度設定部204はステップS8の処理を次の処理として実行する。

10

【0062】

このステップS61の処理を設けることで、実施の形態4にかかる訓練装置100では、訓練者900が第1の規定値により規定される時間よりも長い時間にわたって手すりスイッチ310或いは手すり162を掴んで姿勢を維持している状況を検知する。訓練者900のこのような状態は、訓練の難易度が訓練者900の能力に対してはるかに高いと判断出来る。そのため、実施の形態4にかかる訓練装置100では、訓練の難易度が訓練者900の能力に対してはるかに高いと判断されるような場合には、ステップS61の処理により訓練を強制的に停止することができる。これにより、実施の形態4にかかる訓練装置100では、訓練装置100に適切な難易度の訓練を提供するとともに、安全性を高める事ができる。

20

【0063】

その他の実施の形態

その他の実施の形態では、姿勢検知センサ250の配置及び姿勢検知センサ250として利用可能なセンサの別の形態について説明する。以下の説明では、各形態について、実施の形態5~8として説明する。

30

【0064】

図11に実施の形態5にかかる訓練装置の機能を説明する概略図を示す。実施の形態5にかかる訓練装置100では、訓練者900を囲むように設置される手すり162の複数の辺に手すりスイッチを設ける。図11に示す実施の形態5にかかる訓練装置100では、フレーム160のうち訓練者900の身体の正面が移動台車110の前進方向に向いた状態で、訓練者900の背中側に位置するフレーム160にフレーム160aの符号を付した。そして、フレーム160aの手すり162aに手すりスイッチ330を設けた。

40

【0065】

このように、訓練者900を囲む手すりに複数の手すりスイッチを設けることで、訓練者900が姿勢を崩した際により安定的に姿勢を維持することができる。

【0066】

図12に実施の形態6にかかる訓練装置の機能を説明する概略図を示す。実施の形態6にかかる訓練装置100では、姿勢検知センサ250として圧力センサ350を用いる。図12に示すように、圧力センサ350は、フレーム160と手すり340との間に設けられ、訓練者900が手すり340を握った際に手すり340にかかる圧力を検出する。

【0067】

このように姿勢検知センサ250として圧力センサ350を用いることで、訓練者900

50

が手すり 340 のいずれの場所を持った際にも訓練者 900 の姿勢の乱れを検出することができる。

【0068】

図 13 に実施の形態 7 にかかる訓練装置の機能を説明する概略図を示す。実施の形態 6 にかかる訓練装置 100 では、姿勢検知センサ 250 として生体センサ 360 を用いる。図 13 に示すように、生体センサ 360 は、訓練者 900 の手首付近に装着されるウェアラブル端末である。また、生体センサ 360 は、無線通信によりコントロールボックス 150 内に設けられる難易度設定部 204 と通信を行う。図 13 では、と難易度設定部 204 との間の通信を行うインタフェースとして受信部 370 を示した。

【0069】

生体センサ 360 は、例えば、訓練者 900 の心拍、呼吸数、一回換気量、手のひら等における発汗量の少なくとも 1 つを検出するセンサである。生体センサ 360 を用いる場合、難易度設定部 204 は、生体センサ 360 により検出される値が予め決定される閾値を超えたことに応じて手すり ON カウンタに対応する値（名称は、手すり ON カウンタに限らない）をカウントアップする。

【0070】

このように生体センサ 360 を用いることで、訓練者 900 の姿勢の乱れが生じない場合であっても、訓練者 900 に過大な負荷がかかっていることを検出し、より適切な難易度の訓練を訓練者 900 に提供することができる。

【0071】

図 14 に実施の形態 8 にかかる訓練装置の機能を説明する概略図に示す。実施の形態 8 にかかる訓練装置 100 では、姿勢検知センサ 250 としてカメラ 380 を用いる。図 14 に示す例では、カメラ 380 は、フレーム 160 の上端部、あるいは、手すり 162 に取り付けられる。カメラ 380 は、訓練者 900 を撮影する。カメラ 380 で撮影する画像は、訓練者 900 そのものでもよく、あるいは、訓練者 900 の骨格、又は、体温分布を示す画像であってもよい。そして、カメラ 380 を用いる場合、カメラ 380 あるいは難易度設定部 204 において画像処理を行うことで訓練者 900 の姿勢を示す特徴画像を生成し、生成した特徴画像に基づき訓練者 900 の姿勢の乱れを検出する。

【0072】

訓練者 900 は、足元が揺動するとバランスをとるために、上体をそらしながら両手を勢いよく振り上げる、あるいは、上体を前かがみにしながら両手を勢いよく前に出す、などの動作を行う。カメラ 380 を用いることで、訓練者 900 のこのような大きな動作を訓練者 900 の上体、及び、上肢の動きを検知し、例えば上肢の動作速度が規定値を超えた場合に、訓練者 900 の能力を超えた難易度の訓練が与えられていると判断し、訓練の難易度を下げることができる。

【0073】

このように、カメラ 380 を用いることで、手すりを掴まない訓練者 900 の反応を用いて訓練者 900 に与えている難易度が適切であるか否かを判断することができる。

【符号の説明】

【0074】

- 100 訓練装置
- 110 移動台車
- 121 駆動輪
- 122 キャスタ
- 130 搭乗プレート
- 140 荷重センサ
- 150 コントロールボックス
- 160 フレーム
- 161 開扉
- 162 手すり

10

20

30

40

50

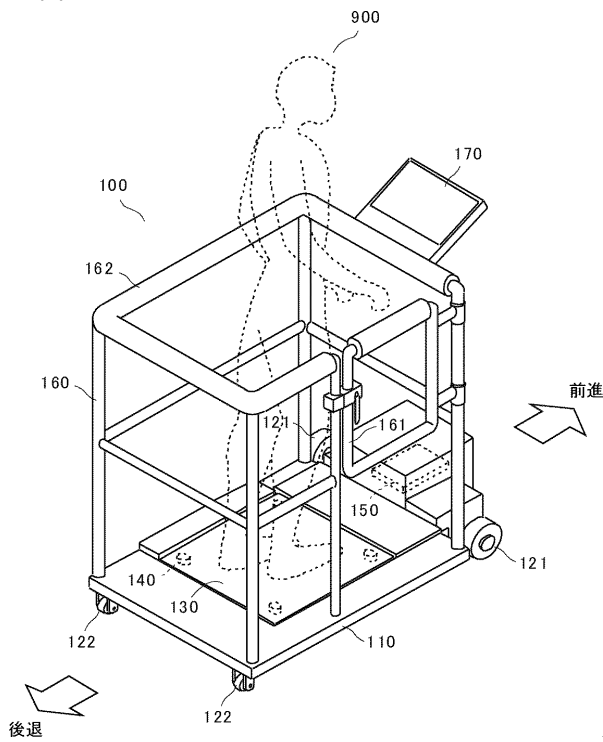
- 170 表示パネル
- 200 演算処理部
- 201 荷重算出部
- 202 範囲設定部
- 203 移動制御部
- 204 難易度設定部
- 210 駆動輪ユニット
- 220 操作受付部
- 230 表示制御部
- 240 メモリ
- 241 課題ゲーム
- 242 揺動パターン
- 250 姿勢検知センサ
- 310 手すりスイッチ
- 320 訓練スイッチ
- 330 手すりスイッチ
- 340 手すり
- 350 圧力センサ
- 360 生体センサ
- 370 受信部
- 380 カメラ
- 900 訓練者

10

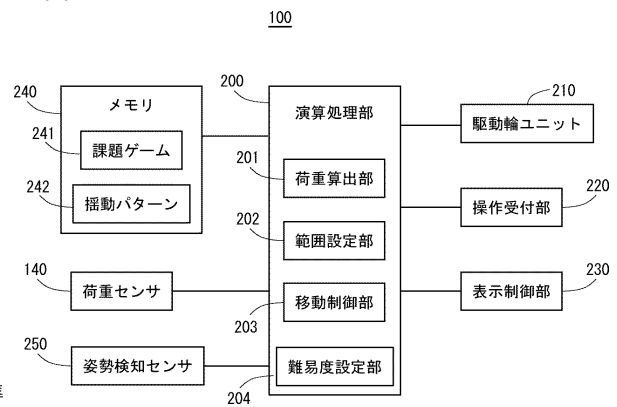
20

【図面】

【図1】



【図2】

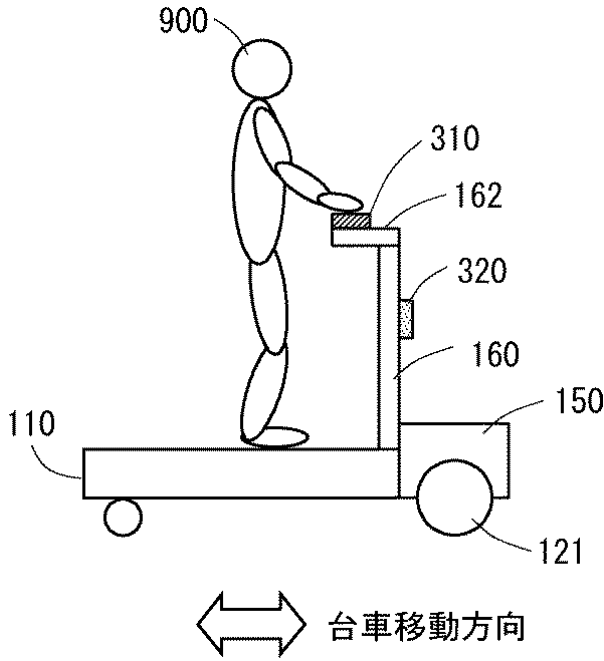


30

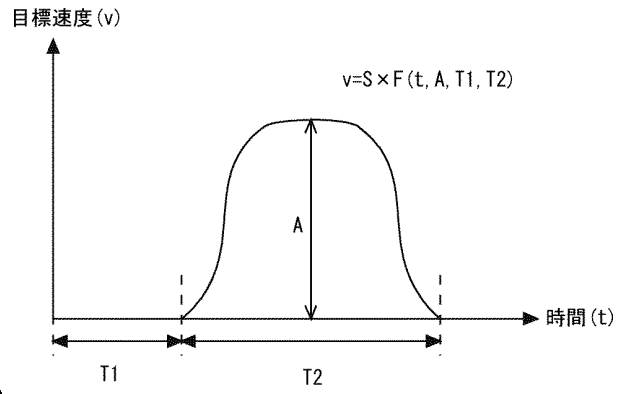
40

50

【図3】

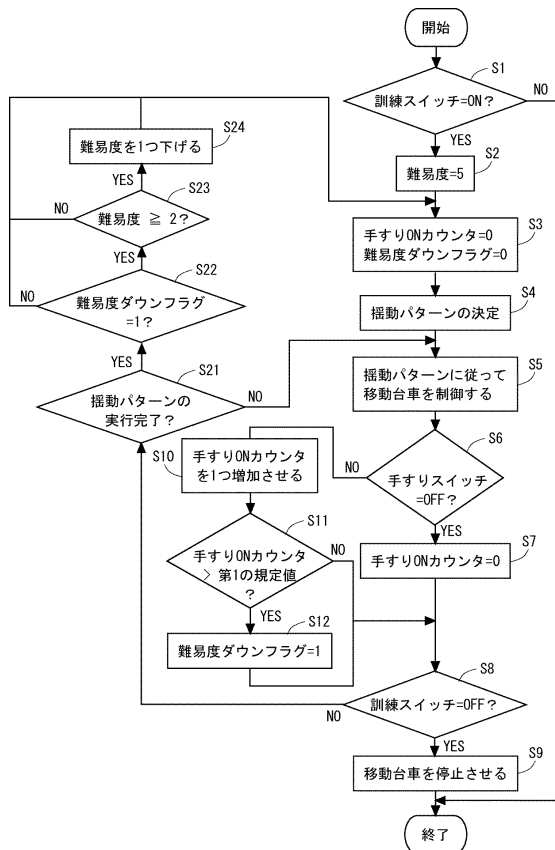


【図4】

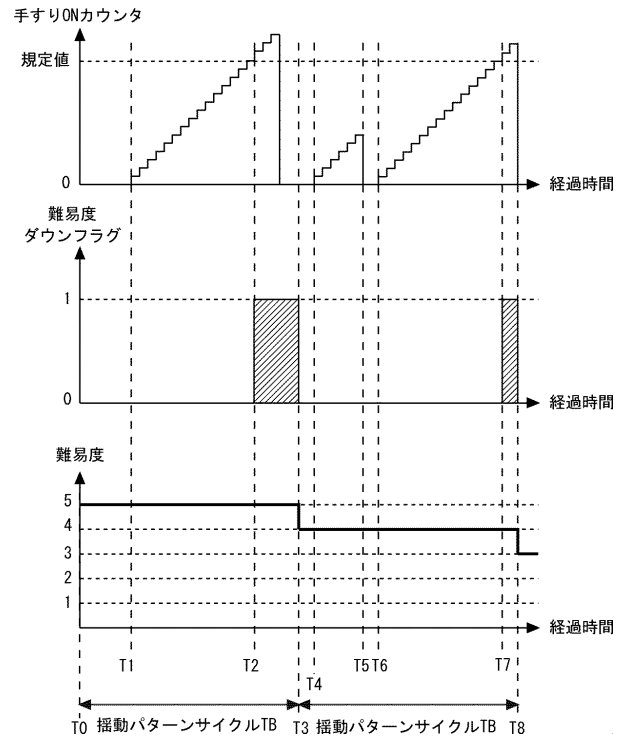


難易度	A	T1	T2
1	3	5	10
2	6	4.5	9
3	9	4	8
4	12	3.5	7
5	15	3	6

【図5】



【図6】



10

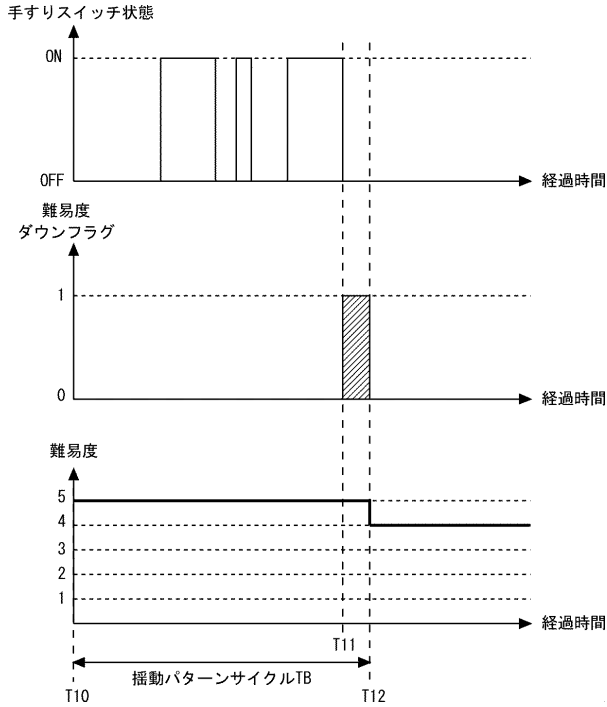
20

30

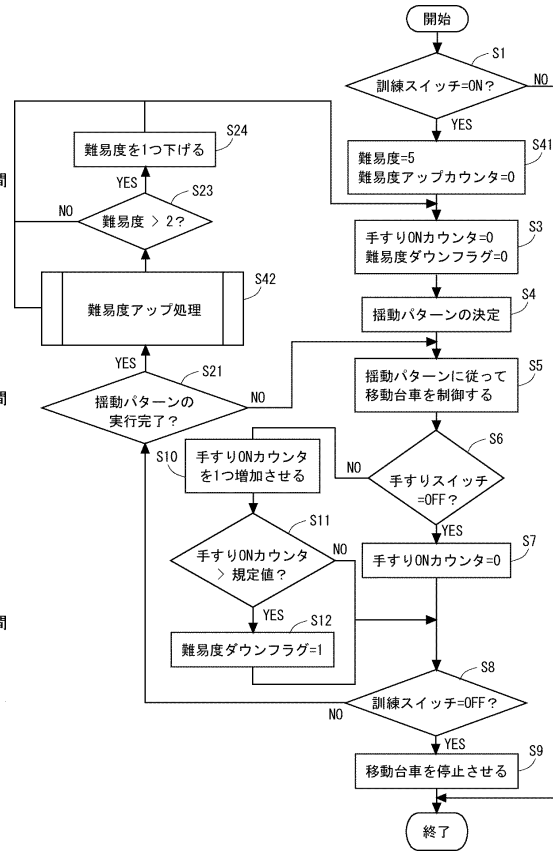
40

50

【図7】



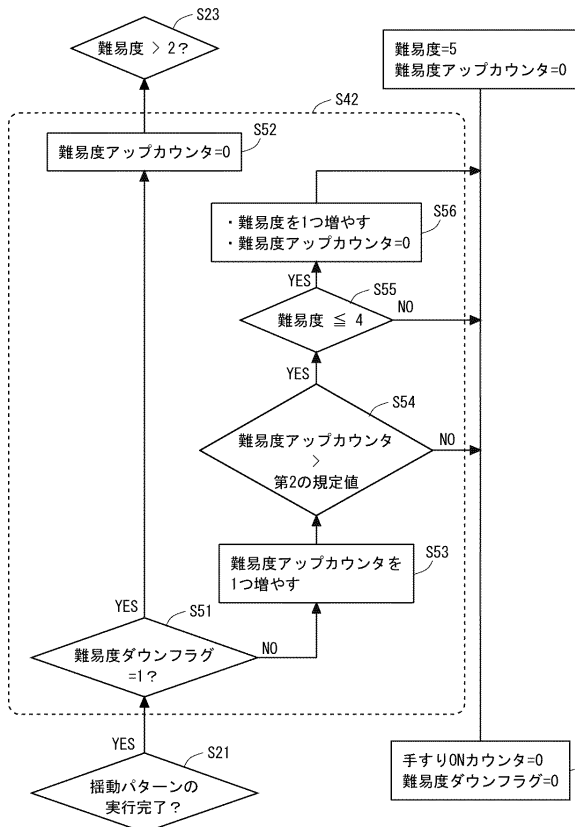
【図8】



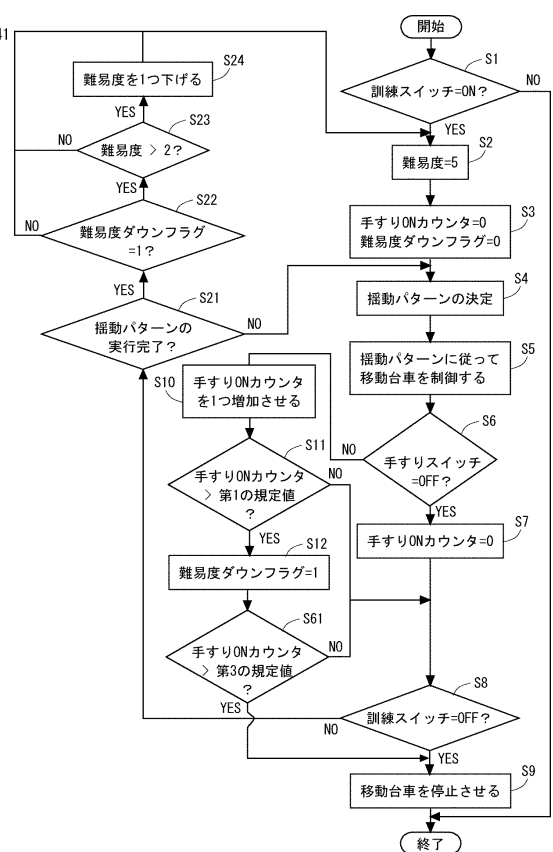
10

20

【図9】



【図10】

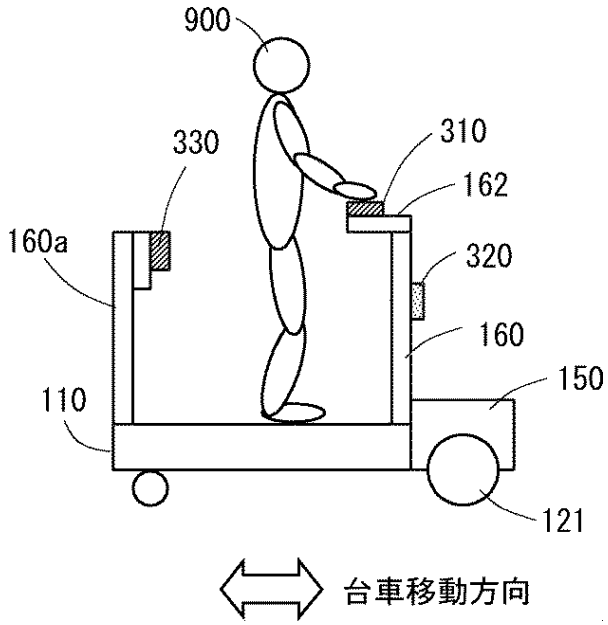


30

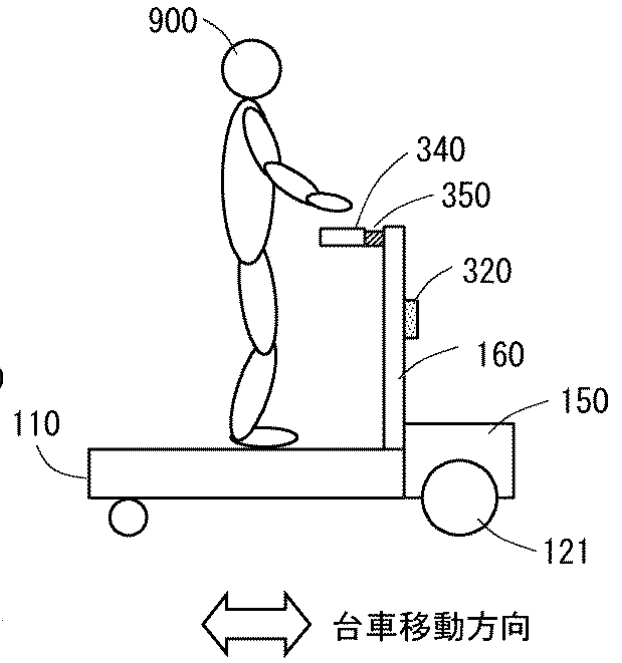
40

50

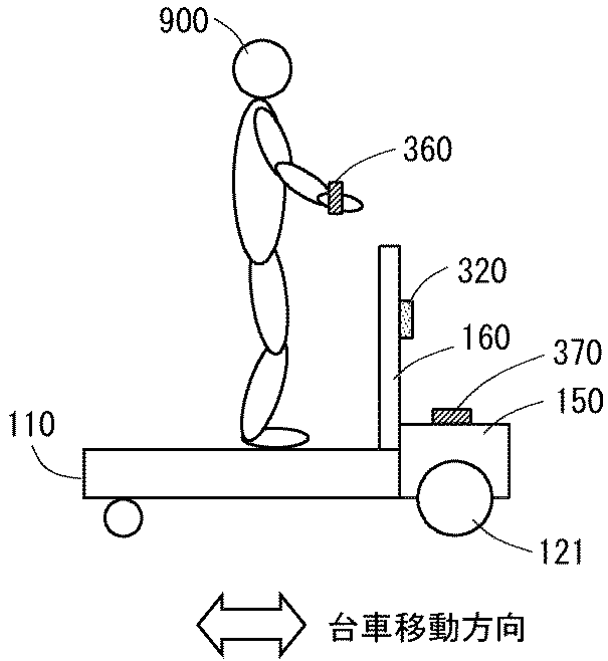
【図11】



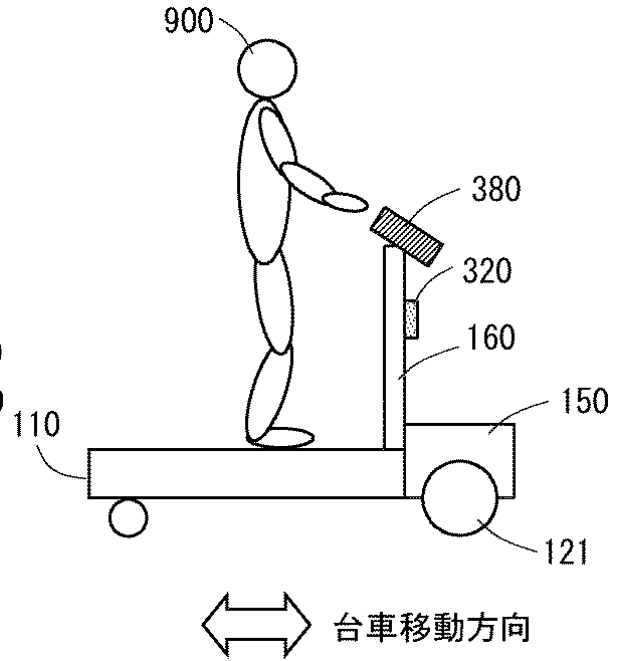
【図12】



【図13】



【図14】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2018 - 121911 (JP, A)
特開 2019 - 024579 (JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
A61H 1/02