

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 1 部門第 2 区分

【発行日】平成 19 年 2 月 22 日 (2007.2.22)

【公開番号】特開 2000-254184 (P2000-254184A)

【公開日】平成 12 年 9 月 19 日 (2000.9.19)

【出願番号】特願 2000-402 (P2000-402)

【国際特許分類】

**A 6 1 H 1/02 (2006.01)**

**A 6 3 B 23/04 (2006.01)**

【F I】

A 6 1 H 1/02 N

A 6 3 B 23/04 A

【手続補正書】

【提出日】平成 18 年 12 月 28 日 (2006.12.28)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

患者の肢体を把持部で支えて運動させる機構部と、

前記把持部に設けられて前記肢体にかかる負荷を検出する負荷検出手段と、

予め教示された前記把持部の周期運動パターンを記憶し軌道情報として出力する軌道設定手段と、

前記軌道設定手段から出力される前記軌道情報と前記負荷検出手段による負荷情報を用いて前記軌道を修正し前記機構部へ出力して制御する駆動部とから成り、前記修正軌道による前記患者の関節運動を実施する肢体駆動装置の制御方法において、

前記駆動部は、前記教示軌道の時系列に沿って割り当てられた時系列番号を前記軌道設定手段に出力し、前記時系列番号に応じた前記教示軌道上の点を前記軌道設定手段から読み出し、

現在の前記時系列番号に対応する点から移動しようとする距離  $r$  と現在の教示点から次の教示点までの距離とを比較し、前記距離  $r$  が前記教示点間の距離より小さければ前記把持部の目標位置を更新し、

内部のインピーダンスモデルによって算出した前記目標位置に対する駆動指令を前記機構部へ出力し、

前記機構部はサーボ制御により前記把持部を駆動するという手順を制御周期毎に行うものとすることを特徴とする肢体駆動装置の制御方法。

【請求項 2】

前記距離  $r$  を計算する際には、現在の前記時系列番号に対応する点から次の前記時系列番号に対応する前記教示軌道上の点までのベクトル  $t$  の傾きを前記教示軌道の傾きと定義し、

作業座標系に対する前記ベクトル  $t$  の傾きが垂直以外の場合には、前記負荷情報から前記軌道設定手段内の仮想インピーダンスモデルにて位置偏差を計算し、現在の前記時系列番号に対応する前記教示軌道上の点から前記偏差位置までのベクトルの前記ベクトル  $t$  への射影をもって前記距離  $r$  とすることを特徴とする請求項 1 記載の肢体駆動装置の制御方法

。

【請求項 3】

作業座標系に対する前記ベクトル  $t$  の傾きが垂直の場合には、所定の値をもって前記距離  $r$  とすることを特徴とする請求項 2 記載の肢体駆動装置の制御方法。

【請求項 4】

前記軌道設定手段内の仮想インピーダンスモデルにて前記位置偏差を計算する際には、

前記負荷情報を前記負荷検出手段に基づく座標系から前記作業座標系へと変換し、変換された前記負荷情報から前記肢体の自重を所定の割合だけ差し引いたものを肢体発生力ベクトルとし、

前記肢体発生力ベクトルを前記教示軌道に基づく座標系へ座標変換し、前記教示軌道上で前記仮想インピーダンスモデルに従って位置偏差を計算し、前記位置偏差を前記教示軌道上の座標系から前記作業座標系の位置偏差に変換することを特徴とする請求項 2 記載の肢体駆動装置の制御方法。

【請求項 5】

前記目標位置を更新する際は、前記時系列番号の更新数または前記距離  $r$  の大きさの何れかに制限が設けられることを特徴とする請求項 3 記載の肢体駆動装置の制御方法。

【請求項 6】

前記軌道設定手段内の仮想インピーダンスモデルは、仮想慣性・仮想粘性・仮想剛性による 2 次系の動力学モデル、あるいは仮想粘性・仮想剛性による 1 次系の動力学モデルであることを特徴とする請求項 2 ～ 5 のいずれか 1 項記載の肢体駆動装置の制御方法。

【請求項 7】

前記目標位置を更新する際に、前記時系列番号を少なくとも 1 つ更新することを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項記載の肢体駆動装置の制御方法。

【請求項 8】

前記負荷情報は、前記患者の肢体から随意的に発生した負荷、前記肢体の自重による負荷、肢体と前記装置との相互作用において発生した負荷を、方向と大きさをもつベクトル情報として計測手段によって計測した値であることを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項記載の肢体駆動装置の制御方法。

【請求項 9】

前記肢体発生力ベクトルを求める際に、前記肢体の自重を差し引く割合を調整できることを特徴とする請求項 4 記載の肢体駆動装置の制御方法。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0002

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0002】

【従来の技術】

以下の発明では、いわゆる運動療法のうち、患者の自発的意志による筋力発生を伴う運動訓練、すなわち自動介助運動を目的とする。本訓練は、例えば脳卒中などの中枢神経系疾患やせきつい損傷などの障害発生時直後における関節可動域訓練の後に行うもので、本訓練を経て、立位バランス訓練や立位での歩行訓練に進む。本訓練を実施する患者は、発生する筋力は微弱であり、自分の脚を支えることも困難なことが多い。自動介助運動では、単に筋力を回復させるのではなく、運動機能を再学習する訓練を行なう。そこでは、患者の発生する微弱な筋力を感知し、肢体の自重を免荷した上で予め定めた軌道にそった運動を介助して繰り返し実施させ、運動を再学習させることが重要である。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0005

【補正方法】変更

## 【補正の内容】

【0005】

## 【課題を解決するための手段】

上記の問題を解決するため、本発明の肢体駆動装置の制御方法は、請求項1記載の制御方法では、患者の肢体を把持部で支えて運動させる機構部と、前記把持部に設けられて前記肢体にかかる負荷を検出する負荷検出手段と、予め教示された前記把持部の周期運動パターンを記憶し軌道情報として出力する軌道設定手段と、前記軌道設定手段から出力される前記軌道情報と前記負荷検出手段による負荷情報を用いて前記軌道を修正し前記機構部へ出力して制御する駆動部とから成り、前記修正軌道による前記患者の関節運動を実施する肢体駆動装置の制御方法において、前記駆動部は、前記教示軌道の時系列に沿って割り当てられた時系列番号を前記軌道設定手段に出力し、前記時系列番号に応じた前記教示軌道上の点を前記軌道設定手段から読み出し、現在の前記時系列番号に対応する点から移動しようとする距離 $r$ と現在の教示点から次の教示点までの距離とを比較し、前記距離 $r$ が前記教示点間の距離より小さければ前記把持部の目標位置を更新し、内部のインピーダンスモデルによって算出した前記目標位置に対する駆動指令を前記機構部へ出力し、前記機構部はサーボ制御により前記把持部を駆動するという手順を制御周期毎に行うものとすることを特徴としている。また、請求項2記載の発明によれば、前記距離 $r$ を計算する際には、現在の前記時系列番号に対応する点から次の前記時系列番号に対応する前記教示軌道上の点までのベクトル $t$ の傾きを前記教示軌道の傾きと定義し、作業座標系に対する前記ベクトル $t$ の傾きが垂直以外の場合には、前記負荷情報から前記軌道設定手段内の仮想インピーダンスモデルにて位置偏差を計算し、現在の前記時系列番号に対応する前記教示軌道上の点から前記偏差位置までのベクトルの前記ベクトル $t$ への射影をもって前記距離 $r$ とすることを特徴としている。さらに、請求項3記載の発明によれば、作業座標系に対する前記ベクトル $t$ の傾きが垂直の場合には、所定の値をもって前記距離 $r$ とすることを特徴としている。そして、請求項4記載の発明によれば、前記軌道設定手段内の仮想インピーダンスモデルにて前記位置偏差を計算する際には、前記負荷情報を前記負荷検出手段に基づく座標系から前記作業座標系へと変換し、変換された前記負荷情報から前記肢体の自重を所定の割合だけ差し引いたものを肢体発生力ベクトルとし、前記肢体発生力ベクトルを前記教示軌道に基づく座標系へ座標変換し、前記教示軌道上で前記仮想インピーダンスモデルに従って位置偏差を計算し、前記位置偏差を前記教示軌道上の座標系から前記作業座標系の位置偏差に変換することを特徴としている。また、請求項5記載の発明によれば、前記目標位置を更新する際は、前記時系列番号の更新数または前記距離 $r$ の大きさの何れかに制限が設けられることを特徴としている。さらに、請求項6記載の発明によれば、前記軌道設定手段内の仮想インピーダンスモデルは、仮想慣性・仮想粘性・仮想剛性による2次系の動力学モデル、あるいは仮想粘性・仮想剛性による1次系の動力学モデルであることを特徴としている。また、請求項7記載の発明によれば、前記目標位置を更新する際に、前記時系列番号を少なくとも1つ更新することを特徴としている。そして、請求項8記載の発明によれば、前記負荷情報は、前記患者の肢体から随意的に発生した負荷、前記肢体の自重による負荷、肢体と前記装置との相互作用において発生した負荷を、方向と大ききをもつベクトル情報として計測手段によって計測した値であることを特徴としている。さらに、請求項9記載の発明によれば、前記肢体発生力ベクトルを求める際に、前記肢体の自重を差し引く割合を調整できることを特徴としている。上記のような構成の肢体駆動装置の駆動方法により、患者の自発的意志による筋力発生を伴う自動介助運動を実施することができるようになる。

## 【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0006

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0006】

以下、肢体駆動装置の本発明による駆動方法について、図に基づいて説明する。図 1 は本発明の駆動方法を適用する肢体駆動装置の構成を示すブロック図である。図において、7 は治療や訓練を行う患者の下肢である。1 はその下肢 7 を動かす機構部であり、基部 2 と、駆動軸 3 A・3 B・3 C と、その間をつなぐリンク 4 A・4 B と、下肢 7 を把持する把持部 6、負荷計測手段 5 とから構成されている。駆動軸 3 A・3 B・3 C にはモータと減速機、角度・角速度センサなどが装着され、これらと基部 2 に内蔵されたモータ駆動用のサーボアンプによって駆動軸 3 A・3 B・3 C が駆動される。この構成により、把持部 6 に下肢 7 を固定すると、機構部 1 は下肢 7 に運動をさせることができるようになっていく。一方、負荷計測手段 5 は下肢 7 にかかる負荷を計測して負荷情報  $f$  を発生し、負荷センサアンプ 8 で増幅されて負荷情報  $F$  が駆動部 9 へ送られる。駆動部 9 では、内部に設定された仮想インピーダンスモデルと、教示された軌道をあらかじめ記憶しておいた軌道設定部 10 から送られる軌道情報  $X_t$  と、負荷情報  $F$  と、内蔵する教示点の更新手段の結果をもとに軌道を修正し駆動指令  $X_o$  を機構部 1 に送る。機構部 1 は、駆動軸 3 A・3 B・3 C によって駆動され、修正された軌道に沿って肢体 7 を駆動する。なお、軌道設定部 10 では、把持部 6 の位置・姿勢の時系列データ、又は駆動軸 3 A・3 B・3 C の角度の時系列データ、又は下肢 7 の各関節の曲げ角度などの教示軌道情報を機構部 1 から受け取り、内蔵する記憶部に時系列データとしてあらかじめ記憶されている。時系列データとは、運動の始めから終わりまでの運動周期をひとつのパターンとしたものであり、そのパターンをある回数繰り返すことで治療動作が実施される。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0010】

次に、教示点  $tdata(index)$  から位置偏差を計算する手順 (S22) について、図 5 のフローチャートを用いて説明する。教示点間で定義される相対ベクトルを例えば 2 次元平面における座標系において  $t = (t_x, t_y)$  と表す。そのデータをもとに、相対ベクトル  $t$  の作業座標系における傾き  $\theta$  を、 $\theta = \text{atan2}(t_y, t_x)$ 、として計算する (S30)。

一方、負荷情報  $F$  を受けると、負荷のセンサ座標系から作業座標系への、いわゆるロボット工学における座標変換の計算を行う (S34)。その変換結果を受けると、肢体発生力の計算を行なうため、予め求めておいた肢体の自重補償分を外力から差し引き、肢体発生力を計算する (S35)。その計算結果と前記傾き  $\theta$  とから、肢体発生力の教示軌道上の座標系を前記傾き  $\theta$  にそって定義し、その教示軌道上の座標系への座標変換を前記発生力に対し行なう (S31)。そして、後述するインピーダンス制御による位置偏差の計算を行い (S32)、その位置偏差に対して教示軌道上の座標系から作業座標系への座標変換を行い (S33)、一連の処理を終了して作業座標系の位置偏差が求められる。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0011

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0011】

ここで、ステップ S32 で行われるインピーダンス制御について説明する。いわゆるインピーダンス制御には、仮想インピーダンスモデルとして、慣性  $M$ ・粘性  $B$ ・剛性  $K$  のいわゆる 2 次動力学モデルかあるいは粘性  $B$ ・剛性  $K$  のいわゆる 1 次動力学モデルが使用される。外力すなわち負荷情報  $F$  を入力、位置修正量  $X$  を出力とした時、これらの関係は以下の式で表される。ただし、以下は周波数領域で表わしたものである。

$$X(s) = F(s) / \{ Ms^2 + Bs + K \}$$

このとき、アームの目標軌道  $X_o$  は以下のように修正される。

$$X_o(s) = X_t(s) + X(s)$$

【手続補正 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0013

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0013】

次に、軌道設定部 10 について説明する。ここでは、前記インピーダンス制御を実行し、さらにインピーダンスのばね係数を低く設定し、把持部 6 に下肢 1 を固定して手動で動かせる状態にして、直接機構部 1 を動かして軌道を教示するいわゆるダイレクトティーチを行い、そのときの軌道を機構部 1 から教示軌道情報を通じて、軌道設定部 10 に記憶する。なお、本発明の装置は、関節組織または筋肉またはじん帯またはその他の関節組織の治療を一般に対象とするものであって、実施例で示したような股関節と膝関節の関節や筋肉等の組織の治療を対象とするものに限定されるものではなく、肢体の各部の関節や筋肉に容易に適用できるものである。また、以上の実施例においては、肢体駆動手段として電気式モータを想定したが、これに限らず油圧式サーボ駆動手段・空気圧式サーボ駆動手段を用いても同様な効果が得られる。