

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11)特許番号

第2562786号

(45)発行日 平成8年(1996)12月11日

(24)登録日 平成8年(1996)9月19日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 9 B 9/00			G 0 9 B 9/00	Z
A 6 3 B 69/00			A 6 3 B 69/00	Z
G 0 9 B 19/00			G 0 9 B 19/00	Z

請求項の数2(全 5 頁)

(21)出願番号	特願平5-178284	(73)特許権者	592179296 株式会社エイ・ティ・アール人間情報通信研究所 京都府相楽郡精華町大字乾谷小字三平谷5番地
(22)出願日	平成5年(1993)7月19日	(72)発明者	川人 光男 京都府相楽郡精華町大字乾谷小字三平谷5番地 株式会社エイ・ティ・アール人間情報通信研究所内
(65)公開番号	特開平7-36363	(72)発明者	今水 寛 京都府相楽郡精華町大字乾谷小字三平谷5番地 株式会社エイ・ティ・アール人間情報通信研究所内
(43)公開日	平成7年(1995)2月7日	(74)代理人	弁理士 深見 久郎 (外2名)
		審査官	郡山 順

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 運動技能訓練装置

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】 運動技能を習得する必要がある学習者を訓練する運動技能訓練装置であって、前記学習者が運動技能を習得するために行なった運動のフォームに応じて、多数の関節角度で表現された運動パターンを測定する測定手段と、前記学習者が理想的に運動すべき、多数の関節角度で表現された目標運動パターンが予め記憶された記憶手段と、前記測定手段で測定された運動パターンと前記記憶手段に記憶された目標運動パターンとを比較して、各関節角度の誤差を逆ダイナミクス方程式を用いて関節トルクの誤差に変換し、その関節トルクの誤差を各筋のモーメントアームが作る行列の転置行列を用いて筋張力の誤差に変換する計算手段と、

2

前記計算手段で計算された筋張力の誤差に応じて、前記目標運動パターンを実現するための刺激を前記学習者に付与する刺激電極もしくは振動付与手段とを備えた、運動技能訓練装置。

【請求項2】 運動技能を習得する必要がある学習者を訓練する運動技能訓練装置であって、前記学習者が運動技能を習得するために行なった運動のフォームに応じて、三次元直交座標内の身体の各部の位置で表現された運動パターンを測定する測定手段と、前記学習者が理想的に運動すべき、多数の関節角度で表現された目標運動パターンが予め記憶された記憶手段と、前記測定手段で測定された運動パターンにおける各部の位置を逆キネマティクス方程式を用いて関節角度によって表現される運動パターンに変換し、その運動パターン

10

と前記記憶手段に記憶された目標運動パターンとを比較して、各関節角度の誤差を逆ダイナミクス方程式を用いて関節トルク誤差に変換し、その関節トルクの誤差を各筋のモーメントアームが作る行列の転置行列を用いて筋張力の誤差に変換する計算手段と、  
前記計算手段で計算された筋張力の誤差に応じて、前記目標運動パターンを実現するための刺激を前記学習者に付与する刺激電極もしくは振動付与手段とを備えた、運動技能訓練装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、運動技能訓練装置に関し、たとえばゴルフ、スキー、水泳におけるスポーツ技能や特殊な作業で必要とされる特殊技能を学習者に対して訓練する運動技能訓練装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、スポーツや特殊作業で必要とされる運動技能を習得するためには、その分野の専門家であるトレーナー、コーチ、インストラクターなどが学習者を個別的に指導していた。そのため、科学的かつ統一的な訓練手段はなく、専門家の能力に頼らざるを得なかった。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、人体の運動パターンやその指令である筋電信号、床反力などを高時間分解能で計測する計測装置があるが、運動技能の訓練において直接的には役立っていない。なぜならば、運動中の人間の筋肉に電気刺激や機械振動刺激を与えると、筋張力がその刺激によって増減することはわかっているが、運動技能が発揮される必要のあるときごとに刺激をその人間が受けていたのでは運動技能が習得されたことにはならないからである。

【0004】それゆえに、この発明の目的は、運動技能を習得しようとしている学習者の運動に応じた運動パターンを計測し、予め理想とされる目標運動パターンと比較して、その誤差を修正するような刺激を学習者に与えることによって、学習者が理想とされる目標運動パターンに対応した運動を必要なときにいつでも行なうことができ、さらに、訓練時において、特別な苦勞、苦痛、疲勞、危険を伴わず、短時間でかつ安価に運動技能を習得することができるように学習者を訓練する運動技能訓練装置を提供することである。

【0005】

【課題を解決するための手段】請求項1に係る発明は、運動技能を習得する必要がある学習者を訓練する運動技能訓練装置であって、学習者が運動技能を習得するために行なった運動のフォームに応じて、多数の関節角度で表現された運動パターンを測定する測定手段と、学習者が理想的に運動すべき、多数の関節角度で表現された目標運動パターンが予め記憶された記憶手段と、測定され

た運動パターンと記憶された目標運動パターンとを比較して、各関節角度の誤差を逆ダイナミクス方程式を用いて関節トルクの誤差に変換し、その関節トルクの誤差を各筋のモーメントアームが作る行列の転置行列を用いて筋張力の誤差に変換する計算手段と、計算された筋張力の誤差に応じて、目標運動パターンを実現するための刺激を学習者に付与する刺激電極もしくは振動付与手段とを備えて構成される。請求項2に係る発明は、運動技能を習得する必要がある学習者を訓練する運動技能訓練装置であって、学習者が運動技能を習得するために行なった運動のフォームに応じて、三次元直交座標内の身体の各部の位置で表現された運動パターンを測定する測定手段と、学習者が理想的に運動すべき、多数の関節角度で表現された目標運動パターンが予め記憶された記憶手段と、測定された運動パターンにおける各部の位置を逆キネマティクス方程式を用いて関節角度によって表現される運動パターンに変換し、その運動パターンと記憶手段に記憶された目標運動パターンとを比較して、各関節角度の誤差を逆ダイナミクス方程式を用いて関節トルクの誤差に変換し、その関節トルクの誤差を各筋のモーメントアームが作る行列の転置行列を用いて筋張力の誤差に変換する計算手段と、計算された筋張力の誤差に応じて、目標運動パターンを実現するための刺激を学習者に付与する刺激電極もしくは振動付与手段とを備えて構成される。

【0006】

【作用】請求項1の発明に係る運動技能訓練装置は、学習者が運動技能を習得するために行なった運動のフォームに応じて、多数の関節角度で表現された運動パターンを測定し、測定された運動と記憶手段に記憶されている目標運動パターンとを比較して、各関節角度の誤差を逆ダイナミクス方程式を用いて関節トルクの誤差に変換し、その関節トルクの誤差を各筋のモーメントアームが作る行列の転置行列を用いて筋張力の誤差に変換し、その筋張力の誤差に応じて目標運動パターンを実現するための刺激を学習者に付与する。請求項2に係る発明では、学習者が運動技能を習得するために行なった運動のフォームに応じて、三次元直交座標内の身体の各部の位置で表現された運動パターンを測定し、測定された運動パターンにおける各部の位置を逆キネマティクス方程式を用いて関節角度によって表現される運動パターンに変換し、その運動パターンと記憶手段に記憶されている目標運動パターンとを比較して、各関節角度の誤差を逆ダイナミクス方程式を用いて関節トルクの誤差に変換し、その関節トルクの誤差を各筋のモーメントアームが作る行列の転置行列を用いて筋張力の誤差に変換し、その筋張力の誤差に応じて目標運動パターンを実現するための刺激を学習者に付与する。

【0007】

【実施例】図1は、この発明の一実施例による運動技能

訓練装置の概略ブロック図である。

【0008】図1を参照して、学習者の身体1の運動パターンを運動パターン測定装置2が測定し、その出力は修正筋活動度計算装置3に入力される。修正筋活動度計算装置3の他の入力には、理想的な運動パターンである目標運動パターンが予め記憶された目標運動パターン記憶装置4の出力が入力される。修正筋活動度計算装置3は、入力された運動パターンと目標運動パターンとを比較して、運動パターンの修正方向を計算し、出力である修正筋活動度を刺激時間パターン生成器5に入力する。刺激時間パターン生成器5は、入力された修正筋活動度に基づいて刺激時間パターンを生成し、それを刺激制御器6に入力する。刺激制御器6の出力である制御信号がバイブレータおよび刺激電極7に入力されることで、バイブレータおよび刺激電極7が駆動され、運動者の身体1の筋肉の張力が増減する。

【0009】図2は、この発明の一実施例による運動技能訓練装置の動作を説明するためのフローチャートである。次に、図2を参照して図1の動作について詳細に説明する。

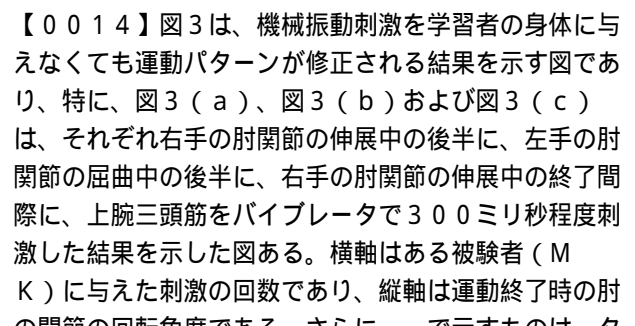


【0010】ステップS(図面ではSと略称する)1において、運動技能の訓練を受ける者である学習者が身体1を運動させる。ステップS2において、身体1の運動に伴って生じる運動パターンを運動パターン測定装置2が測定する。ステップS3において、目標運動パターン記憶装置4に予め記憶された目標運動パターン、すなわち学習者が運動技能を習得したときに運動すべき理想的な運動パターンが読出される。

【0011】ステップS4において、修正筋活動度計算装置3が運動パターン測定装置2によって入力された運動パターンと目標運動パターン記憶装置4によって入力された目標運動パターンとを比較し、理想の目標運動パターンに運動パターンを近づけるために必要な複数の筋肉の張力の増減を計算する。この修正筋活動度計算装置3の具体的な動作は、たとえば運動パターン測定装置2によって測定された運動パターンと目標運動パターン記憶装置4に記憶された目標運動パターンとが、ともに筋電信号で表現される運動パターンであれば、単純に2つの運動パターンの差を計算して、その計算結果を修正筋活動度とする。

【0012】一方、運動パターンと目標運動パターンとが関節角度で表現されているならば、修正筋活動度計算装置3は関節角度の誤差を逆ダイナミクス方程式を用いて、関節トルクの誤差に変換し、さらにその関節トルクの誤差を各筋のモーメントアームが作る行列の転置行列を用いて筋張力の誤差に変換する。この場合の修正筋活動度計算装置3は、たとえば誤差逆伝播を用いて学習する巡回結合型神経回路を含む身体ダイナミクスモデルである。また、運動パターンが三次元直交座標内の身体1の各部の位置で表現されている場合には、修正筋活動度

計算装置3は各部の位置を逆キネマティクス方程式を用いてまず関節角度によって表現される運動パターンに変換して、その後上述の方法を用いて筋張力の誤差に変換する。

【0013】ステップS5において、刺激時間パターン生成器5は修正筋活動度計算装置3によって入力された修正筋活動度に基づいて、学習者の身体1が運動している間のどのタイミングで刺激を与えるかについての刺激時間パターンを発生する。ステップS6において、刺激制御器6は入力された刺激時間パターンで刺激を制御するための制御信号をバイブレータおよび刺激電極7に入力する。ステップS7において、バイブレータおよび刺激電極7を駆動することによって、筋肉の張力を増減させるための刺激が学習者の身体1に与えられる。ステップS8において、装置の動作を終了してもよいかどうか判断されるが、この判断にはたとえば刺激を与えなくても、学習者が運動技能を習得したときの運動パターンである目標運動パターンを実行できるかどうかによって判断が行なわれればよい。

【0014】図3は、機械振動刺激を学習者の身体に与えなくても運動パターンが修正される結果を示す図であり、特に、図3(a)、図3(b)および図3(c)は、それぞれ右手の肘関節の伸展中の後半に、左手の肘関節の屈曲中の後半に、右手の肘関節の伸展中の終了間際に、上腕三頭筋をバイブレータで300ミリ秒程度刺激した結果を示した図ある。横軸はある被験者(MK)に与えた刺激の回数であり、縦軸は運動終了時の肘の関節の回転角度である。さらに、で示すものは、ターゲットに対して視覚ありで刺激を与えなかった場合を示し、で示すものはターゲットに対して視覚なしで刺激を与えなかった場合を示し、で示すものはターゲットに対して視覚なしで刺激を与えた場合を示す。

【0015】図3(a)に示されているように、伸展運動中の後半に刺激を与えると、刺激を与えたときにターゲットに対して運動が大きくなるだけでなく、刺激を与えないときにもその影響が出てきて運動が大きくなっていることがわかる。さらに、図面で1 day、2 daysで示されている1日後、2日後に刺激を与えずに運動を行った場合にも影響が出てきており長期にわたって修正されることもわかる。これに対し、図3(b)に示されているように、屈曲運動中の後半に刺激を与えると刺激を与えたときにターゲットに対して運動が小さくなるだけでなく、刺激を与えないときにもその影響が出てきて運動が小さくなっていることもわかる。また、図3(c)に示されているように、運動の終了間際でなく与えるべきタイミングに刺激を与えること、すなわちここでは運動中の後半に与えることが行なわれない場合には刺激による効果が長期的に残らないことがわかる。このようにして、学習者が運動技能を習得するまで刺激を与えるべきタイミングで与えることによって、学習者が理

想とされる運動を刺激を与えなくても実行することができる。

【0016】

【発明の効果】以上のようにこの発明によれば、学習者の運動から運動パターンを測定し、その運動パターンと理想とされる運動パターンとを比較して、その誤差を修正するような刺激を特定のタイミングで学習者に与えることで、学習者が理想とされる目標運動パターンに対応した運動を長期的に行なうことができるようになるだけでなく、運動技能を習得するための訓練時において、特別な苦勞、苦痛などを伴わず、短時間に運動技能を習得することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施例による運動技能訓練装置の\*

\* 概略ブロック図である。

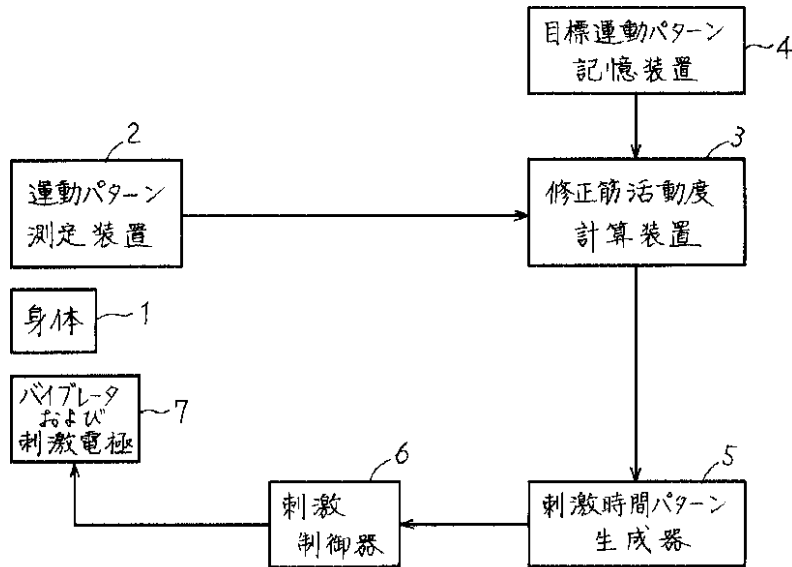
【図2】図1に示した運動技能訓練装置の動作を説明するためのフローチャートである。

【図3】この発明の一実施例の運動技能訓練装置を動作させることによって得られた結果を示した図である。

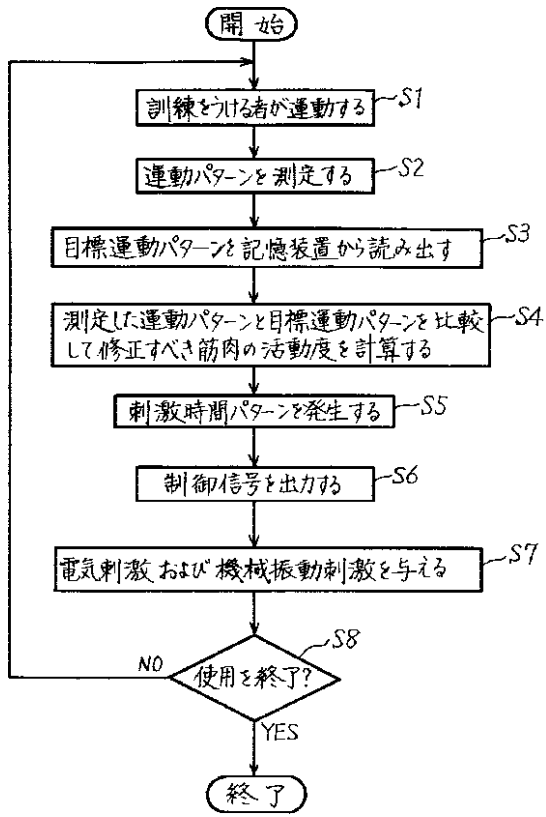
【符号の説明】

- 1 身体
- 2 運動パターン測定装置
- 3 修正筋活動度計算装置
- 4 目標運動パターン記憶装置
- 5 刺激時間パターン生成器
- 6 刺激制御器
- 7 パイプレータおよび刺激電極

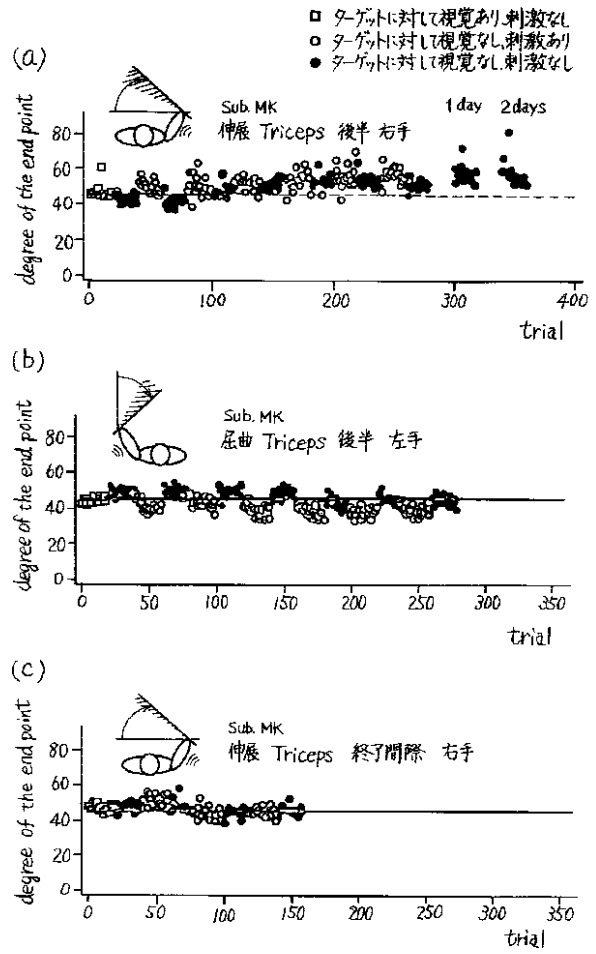
【図1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

(72)発明者 北澤 茂  
 東京都文京区本郷 7 - 3 - 1 東京大学  
 医学部脳研究所内