

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5458428号
(P5458428)

(45) 発行日 平成26年4月2日 (2014.4.2)

(24) 登録日 平成26年1月24日 (2014.1.24)

(51) Int.Cl.

F I

A 6 1 B 5/11 (2006.01)

A 6 1 B 5/10 3 1 0 G

請求項の数 6 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2008-142293 (P2008-142293)	(73) 特許権者	393031586
(22) 出願日	平成20年5月30日 (2008.5.30)		株式会社国際電気通信基礎技術研究所
(65) 公開番号	特開2009-285273 (P2009-285273A)		京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2
(43) 公開日	平成21年12月10日 (2009.12.10)	(74) 代理人	100115749
審査請求日	平成23年5月27日 (2011.5.27)		弁理士 谷川 英和
(出願人による申告) 平成20年度、総務省、研究テーマ「高齢者のストレスレス・ネットワークアクセスを実現する感覚運動オーグメンテーション技術の研究開発」に関する委託研究、産業技術強化法第19条の適用を受ける特許出願		(72) 発明者	大須 理英子
			東京都小金井市貫井北町4-2-1 独立行政法人情報通信研究機構内
		(72) 発明者	大高 洋平
			東京都小金井市貫井北町4-2-1 独立行政法人情報通信研究機構内
		(72) 発明者	藤原 俊之
			東京都新宿区信濃町35番地 慶応義塾大学医学部内
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 運動機能評価装置、およびプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

身体の一部に運動障害の発生した被評価者の障害レベルを検知するための運動機能評価装置であって、

被評価者が身体の一部を3次元的に動かした場合の、当該被評価者の身体の一部の位置を示す複数の位置情報から、曲率に関する情報である曲率関連情報を取得する曲率関連情報取得部を備え、

前記曲率関連情報取得部は、

前記複数の位置情報を二階微分し、複数の曲率を取得する曲率取得手段と、

前記曲率取得手段が取得した複数の曲率の対数である曲率対数値を複数、取得する曲率対数値取得手段と、

前記曲率対数値取得手段が取得した複数の曲率対数値に基づく情報であり、曲率の分布に関する情報である曲率関連情報を取得する曲率関連情報取得手段とを具備し、

前記曲率関連情報取得部が取得した曲率関連情報を用いて、前記被評価者の身体の一部の機能の評価結果を取得する評価部と、

前記評価部が取得した評価結果を出力する出力部とを具備する運動機能評価装置。

【請求項2】

前記複数の位置情報を取得する位置計測部をさらに具備し、

前記曲率関連情報取得部は、

前記位置計測部が取得した複数の位置情報から、曲率関連情報を取得する請求項1記載の

10

20

運動機能評価装置。

【請求項 3】

前記評価部は、
曲率関連情報の範囲と評価値との対応を示す曲率評価対応情報を複数、格納している曲率
評価対応情報格納手段と、
前記曲率関連情報取得部が取得した曲率関連情報に対応する評価値を、前記曲率評価対応
情報格納手段から取得する評価値取得手段とを具備し、
前記出力部は、
前記評価値取得手段が取得した評価値を、評価結果として出力する請求項 1 から請求項 2
いずれか記載の運動機能評価装置。

10

【請求項 4】

前記曲率関連情報取得手段は、
前記曲率対数値取得手段が取得した複数の曲率対数値の中央値である曲率関連情報を取得
する請求項 1 から請求項 3 いずれか記載の運動機能評価装置。

【請求項 5】

前記身体の一部は、上肢である請求項 1 から請求項 4 いずれか記載の運動機能評価装置。

【請求項 6】

身体の一部に運動障害の発生した被評価者の障害レベルを検知するための運動機能評価を
コンピュータに実行させるためのプログラムであって、
コンピュータを、
被評価者が身体の一部を 3 次元的に動かした場合の、当該被評価者の身体の一部の位置を
示す複数の位置情報から、曲率に関する情報である曲率関連情報を取得する曲率関連情報
取得部であって、
前記複数の位置情報を二階微分し、複数の曲率を取得する曲率取得手段と、
前記曲率取得手段が取得した複数の曲率の対数である曲率対数値を複数、取得する曲率対
数値取得手段と、
前記曲率対数値取得手段が取得した複数の曲率対数値に基づく情報であり、曲率の分布に
関する情報である曲率関連情報を取得する曲率関連情報取得手段とを含む曲率関連情報取
得部と、
前記曲率関連情報取得部が取得した曲率関連情報を用いて、前記被評価者の身体の一部の
機能の評価結果を取得する評価部と、
前記評価部が取得した評価結果を出力する出力部として機能させるためのプログラム。

20

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば、脳卒中などの患者の障害レベルを検知できる運動機能評価装置等に関
するものである。

【背景技術】

【0002】

脳卒中などにより運動障害が発生し、その機能を回復するための訓練を実施する場合、
訓練の種類やレベルを選定するために、機能障害を正しく評価し、把握することは必要不
可欠である。また、訓練後に、機能がどれだけ改善したかを評価することは、その後の生
活レベルの改善のためにも肝要である。しかし、これまでの機能評価は、医師などの評価
者が目視により、状態を順序尺度で判断しており、評価の安定性と、評価者間での一貫性
に問題がある可能性は否定できなかった。

40

【0003】

また、従来、S I A S (S t r o k e I m p a i r m e n t A s s e s s m e n t
S e t) と言われる脳卒中機能障害評価法が存在する (非特許文献 1) 。しかし、SIAS
は 5 段階程度の順序尺度での評価であるため、微小な変化を検出することは不可能であ
った。

50

【0004】

また、従来、躍度（なめらかさ、位置情報の三階微分）を利用した評価システムが存在する（特許文献1参照）。本評価システムは、フィードフォワード運動訓練装置における患者のフィードフォワード運動の熟練度を客観的に、且つ容易に評価して、リラックスした状態での速く正確な運動機能をより効果的に回復させることのできるフィードフォワード運動評価システムである。

【特許文献1】特許第3120065号公報（第1頁、第1図等）

【非特許文献1】インターネット・ウェブページ<URL: <http://www.ko-rehabili.net/sias/index.html>>

【発明の開示】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、従来のフィードフォワード運動評価システムでは、躍度を指標としているため、運動距離や運動速度がある程度一定である必要がある、または運動距離や運動速度で正規化しなければならない、といった課題があった。また、フィードフォワード運動評価システムでは、運動の開始と終了がはっきりとしていなければならない、三階微分するにはデータの計測精度が高くないといけないため、臨床現場で簡便に利用できなかった。

【課題を解決するための手段】

【0006】

20

本第一の発明の運動機能評価装置は、被評価者が身体の一部を動かした場合の、当該被評価者の身体の一部の位置を示す複数の位置情報から、曲率に関する情報である曲率関連情報を取得する曲率関連情報取得部と、前記曲率関連情報取得部が取得した曲率関連情報を用いて、前記被評価者の身体の一部の機能の評価結果を取得する評価部と、前記評価部が取得した評価結果を出力する出力部とを具備する運動機能評価装置である。

【0007】

かかる構成により、手先などの身体の一部の軌道の曲率の情報を用いて、身体の一部の機能評価ができる。

【0008】

また、本第二の発明の運動機能評価装置は、第一の発明に対して、前記複数の位置情報を取得する位置計測部をさらに具備し、前記曲率関連情報取得部は、前記位置計測部が取得した複数の位置情報から、曲率関連情報を取得する運動機能評価装置である。

30

【0009】

かかる構成により、位置計測を行いつつ、手先などの身体の一部の軌道の曲率の情報を用いて、身体の一部の機能評価ができる。

【0010】

また、本第三の発明の運動機能評価装置は、第一、第二いずれかの発明に対して、前記曲率関連情報取得部は、前記位置計測部が取得した複数の位置情報を二階微分し、複数の曲率を取得する曲率取得手段と、前記曲率取得手段が取得した複数の曲率の対数である曲率対数値を複数、取得する曲率対数値取得手段と、前記曲率対数値取得手段が取得した複数の曲率対数値の中央値である曲率関連情報を取得する曲率関連情報取得手段とを具備する運動機能評価装置である。

40

【0011】

かかる構成により、手先などの身体の一部の軌道の曲率の情報を用いて、身体の一部の適切な機能評価ができる。

【0012】

また、本第四の発明の運動機能評価装置は、第一から第三いずれかの発明に対して、前記評価部は、曲率関連情報の範囲と評価値との対応を示す曲率評価対応情報を複数、格納している曲率評価対応情報格納手段と、前記曲率関連情報取得部が取得した曲率関連情報に対応する評価値を、前記曲率評価対応情報格納手段から取得する評価値取得手段とを具

50

備し、前記出力部は、前記評価値取得手段が取得した評価値を、評価結果として出力する運動機能評価装置である。

【0013】

かかる構成により、身体の一部の機能の適切な出力が得られる。

【発明の効果】

【0014】

本発明による運動機能評価装置によれば、被評価者の身体の一部の機能評価ができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

以下、運動機能評価装置等の実施形態について図面を参照して説明する。なお、実施の形態において同じ符号を付した構成要素は同様の動作を行うので、再度の説明を省略する場合がある。

【0016】

(実施の形態)

【0017】

本実施の形態において、手先などの身体の一部の軌道の曲率の情報をを用いて、身体の一部の適切な機能評価をする運動機能評価装置について説明する。なお、身体の一部とは、上肢、下肢、指、頭などである。また、身体の一部とは、上肢または下肢（四肢）であることは好適である。さらに、本実施の形態において、身体の一部とは、上肢である場合を中心にして説明する。

【0018】

図1は、本実施の形態における運動機能評価装置1のブロック図である。運動機能評価装置1は、位置計測部11、曲率関連情報取得部12、評価部13、出力部14を具備する。

【0019】

曲率関連情報取得部12は、曲率取得手段121、曲率対数値取得手段122、曲率関連情報取得手段123を具備する。

【0020】

評価部13は、曲率評価対応情報格納手段131、評価値取得手段132を具備する。

【0021】

位置計測部11は、被評価者が身体の一部を動かす場合に、当該被評価者の身体の一部の複数の位置情報を取得する。位置計測部11は、例えば、コップの移動軌跡を示す軌跡情報を取得する。つまり、例えば、被評価者が座位にて、コップを持った手をテーブルから口元に持っていく動作を30秒間繰り返す。なお、30秒は、例示である。また、位置計測部11は、例えば、200Hzのサンプリング周波数で、被評価者の上肢の複数の位置情報を取得する。なお、位置計測部11のサンプリング周波数は問わない。また、位置情報は、例えば、空間での位置情報(x, y, z)である。そして、位置情報のデータ構造は問わないことは言うまでもない。軌跡情報とは、複数の位置情報の集合である。また、位置計測部11は、例えば、3次元位置計測装置により実現される。3次元位置計測装置の例として、赤外線を利用したOPTOTRAK（登録商標）と言われる装置がある。この3次元位置計測装置は、測定位置に貼り付けた赤外線発光ダイオード（赤外線マーカ）から赤外線を出し、これを本体上部の3つのカメラで受光することでマーカの位置を測定することができる。また、本3次元位置計測装置は、数十点以上のマーカを同時に計測することが可能である。なお、3次元位置計測装置は、磁気による位置計測装置であるFASTRAK（登録商標）などでも良い。その他、位置計測部11は、被評価者の上肢の位置情報を取得できれば何でも良い。また、上肢とは、例えば、手先、肩、上腕、前腕、手などである。さらに、上肢の位置とは、上肢で持っているコップの位置など、上肢の位置とみなされる、または上肢の位置に対応する位置などでも良い。

【0022】

曲率関連情報取得部12は、複数の位置情報から、曲率に関する情報である曲率関連情

10

20

30

40

50

報を取得する。曲率関連情報とは、曲率から取得できる情報である。曲率関連情報とは、後述する曲率の対数の中央値が好適であるが、曲率の対数を用いて作成したヒストグラムの形状、曲率対数値の平均値などでも良い。また、曲率関連情報は、曲率の集合でも良い。曲率関連情報とは、曲率の分布に関する情報であることが好適である。なお、曲率（ k ）とは、曲がっている線上を単位長さ進む毎に線の方が、どれだけ角度変化するかを示す情報であり、位置情報（ x , y , z ）の遷移の情報（複数の位置情報）を用いて、数式 1 のように示される。また、曲率（ k ）の逆数が曲率半径（ ρ ）である。曲率関連情報は、曲率半径（ ρ ）に関する情報と考えても良い。

【数 1】

$$k^2 = \frac{1}{\rho^2} = \frac{(\dot{x}^2 + \dot{y}^2 + \dot{z}^2)(\ddot{x}^2 + \ddot{y}^2 + \ddot{z}^2) - (\ddot{x}\dot{x} + \ddot{y}\dot{y} + \ddot{z}\dot{z})^2}{(\dot{x}^2 + \dot{y}^2 + \dot{z}^2)^3}$$

10

【0023】

曲率関連情報取得部 12 は、通常、MPU やメモリ等から実現され得る。曲率関連情報取得部 12 の処理手順は、通常、ソフトウェアで実現され、当該ソフトウェアは ROM 等の記録媒体に記録されている。但し、ハードウェア（専用回路）で実現しても良い。

【0024】

曲率関連情報取得部 12 を構成する曲率取得手段 121 は、位置計測部 11 が取得した複数の位置情報を二階微分し、複数の曲率を取得する。曲率取得手段 121 は、通常、位置計測部 11 が、被評価者による所定時間（例えば、30 秒）の上肢運動の際の、当該被評価者の上肢の位置情報をすべて取得した後に、曲率を取得するが、位置計測部 11 が位置情報を取得しつつ、並行して、曲率を取得しても良い。曲率取得手段 121 は、数式 1 に、位置計測部 11 が取得した複数の位置情報（ x , y , z ）を代入し、数式 1 を実行して、複数の曲率を取得する。曲率取得手段 121 は、通常、MPU やメモリ等から実現され得る。曲率取得手段 121 の処理手順は、通常、ソフトウェアで実現され、当該ソフトウェアは ROM 等の記録媒体に記録されている。但し、ハードウェア（専用回路）で実現しても良い。

20

【0025】

曲率対数値取得手段 122 は、曲率取得手段 121 が取得した複数の曲率の対数である曲率対数値を複数、取得する。曲率対数値取得手段 122 は、曲率取得手段 121 が取得した複数の各曲率を、数式「 $\text{Log}(\text{曲率})$ 」に代入し、複数の曲率対数値を取得する。なお、曲率対数値取得手段 122 は、数式「 $\text{Log}(\text{曲率})$ 」の演算式の情報を含めて保持している。曲率対数値取得手段 122 は、通常、MPU やメモリ等から実現され得る。曲率対数値取得手段 122 の処理手順は、通常、ソフトウェアで実現され、当該ソフトウェアは ROM 等の記録媒体に記録されている。但し、ハードウェア（専用回路）で実現しても良い。

30

【0026】

曲率関連情報取得手段 123 は、曲率対数値取得手段 122 が取得した複数の曲率対数値の中央値である曲率関連情報を取得する。曲率関連情報取得手段 123 は、通常、MPU やメモリ等から実現され得る。曲率関連情報取得手段 123 の処理手順は、通常、ソフトウェアで実現され、当該ソフトウェアは ROM 等の記録媒体に記録されている。但し、ハードウェア（専用回路）で実現しても良い。

40

【0027】

なお、曲率関連情報取得部 12 が、曲率取得手段 121、曲率対数値取得手段 122、曲率関連情報取得手段 123 により実現される場合、曲率関連情報取得部 12 が、曲率対数値の中央値を曲率関連情報として取得する。ただし、上述したように、曲率関連情報取得部 12 は、例えば、曲率の対数を用いて作成したヒストグラムの形状、曲率対数値の平均値などを曲率関連情報として取得しても良い場合があり得る。

【0028】

評価部 13 は、曲率関連情報取得部 12 が取得した曲率関連情報を用いて、被評価者の

50

身体の一部の機能評価の結果（以下、適宜「評価結果」という）を取得する。評価結果は、曲率関連情報そのものでも良いし、後述する評価値でも良い。かかる場合、評価部13は、曲率関連情報を評価結果（変数）に代入したりする処理、またはNOP（No Operation）等である。評価部13は、通常、MPUやメモリ等から実現され得る。評価部13の処理手順は、通常、ソフトウェアで実現され、当該ソフトウェアはROM等の記録媒体に記録されている。但し、ハードウェア（専用回路）で実現しても良い。

【0029】

曲率評価対応情報格納手段131は、曲率関連情報の範囲と評価値との対応を示す曲率評価対応情報を複数、格納している。曲率関連情報の範囲とは、曲率関連情報そのものだけでなくであっても良い。曲率評価対応情報とは、例えば、曲率対数値の中央値の範囲と評価値の対の情報である。曲率評価対応情報格納手段131は、不揮発性の記録媒体が好適であるが、揮発性の記録媒体でも実現可能である。曲率評価対応情報格納手段131に曲率評価対応情報が記憶される過程は問わない。例えば、記録媒体を介して曲率評価対応情報が曲率評価対応情報格納手段131で記憶されるようになっていてもよく、通信回線等を介して送信された曲率評価対応情報が曲率評価対応情報格納手段131で記憶されるようになっていてもよく、あるいは、入力デバイスを介して入力された曲率評価対応情報が曲率評価対応情報格納手段131で記憶されるようになっていてもよい。

【0030】

評価値取得手段132は、曲率関連情報取得部12が取得した曲率関連情報に対応する評価値を、曲率評価対応情報格納手段131から取得する。評価値取得手段132は、通常、MPUやメモリ等から実現され得る。評価値取得手段132の処理手順は、通常、ソフトウェアで実現され、当該ソフトウェアはROM等の記録媒体に記録されている。但し、ハードウェア（専用回路）で実現しても良い。

【0031】

出力部14は、評価部13が取得した評価結果を出力する。なお、出力部14は、評価値取得手段132が取得した評価値を、評価結果として出力しても良い。評価結果の出力態様は問わない。出力とは、ディスプレイへの表示、プロジェクターを用いた投影、プリンタへの印字、音出力、外部の装置への送信、記録媒体への蓄積、他の処理装置や他のプログラム等への処理結果の引渡し等を含む概念である。出力部14は、ディスプレイやスピーカ等出力デバイスを含むと考えても含まないと考えても良い。出力部14は、出力デバイスのドライバーソフトまたは、出力デバイスのドライバーソフトと出力デバイス等で実現され得る。

【0032】

次に、運動機能評価装置1の動作について図2のフローチャートを用いて説明する。

【0033】

（ステップS201）位置計測部11は、予め決められた時間、被評価者が上肢を動かす場合、当該被評価者の上肢の複数の位置情報を取得する。

【0034】

（ステップS202）曲率取得手段121は、曲率を算出する演算式（数式1）を読み出す。なお、演算式（数式1）の情報は、曲率取得手段121が予め保持している。

【0035】

（ステップS203）曲率取得手段121は、カウンタ*i*に1を代入する。

【0036】

（ステップS204）曲率取得手段121は、*i*番目の位置情報が存在するか否かを判断する。*i*番目の位置情報が存在すればステップS205に行き、*i*番目の位置情報が存在しなければステップS208に行く。

【0037】

（ステップS205）曲率取得手段121は、*i*番目の位置情報を、ステップS202で読み出した演算式に代入し、*i*番目の位置情報に対応する曲率を算出し、メモリ上に配置する。

10

20

30

40

50

【0038】

(ステップS206) 曲率対数値取得手段122は、ステップS205で取得された曲率の対数である曲率対数値(Log(曲率))を算出し、メモリ上に配置する。

【0039】

(ステップS207) 曲率取得手段121は、カウンタiを1、インクリメントする。ステップS204に戻る。

【0040】

(ステップS208) 曲率関連情報取得手段123は、ステップS206で取得された複数の曲率対数値の中央値を取得し、メモリ上に配置する。この中央値は、ここでは曲率関連情報である。

10

【0041】

(ステップS209) 評価部13は、ステップS208で取得した曲率関連情報をキーとして、曲率評価対応情報格納手段131を検索し、当該曲率関連情報に対応する評価結果を取得し、メモリ上に配置する。

【0042】

(ステップS210) 出力部14は、ステップS209で取得した評価結果を出力し、処理を終了する。

【0043】

なお、図2のフローチャートにおいて、曲率関連情報は、複数の曲率対数値の中央値であったが、当該中央値に限らないことは上述した通りである。

20

【0044】

以下、本実施の形態における運動機能評価装置1の具体的な動作について説明する。ここの運動機能評価装置1の被評価者は、脳卒中により上肢の片方が麻痺している患者である。つまり、本具体例において、運動機能評価装置1を、脳卒中片麻痺上肢のリハビリテーションにおける機能評価のために用いる。特に、運動機能評価装置1を用いて、特定の訓練を実施する前後の評価値を出力する。そして、評価者等が、訓練の前後の評価値を比較することにより、当該訓練の効果を数値化できる。以下、その具体例を説明する。

【0045】

まず、訓練前に、被評価者は、コップをテーブルから口元に持っていく動作を30秒間繰り返す。なお、コップには、赤外線マーカが付与されている。

30

【0046】

次に、位置計測部11は、手先位置を200Hz程度以上のサンプリングで、0.2mm程度以上の精度で計測し、被評価者の上肢の複数の位置情報を取得する。なお、かかる位置計測部11(位置計測装置)は、既存技術である。そして、位置計測部11は、例えば、図3に示すような構造を有する位置情報管理表を得て、少なくとも一時的に記録媒体(揮発性の記録媒体でも、不揮発性の記録媒体でも良い)に蓄積する。位置情報管理表は、「ID」「時間t(Sec)」「位置情報」を有するレコードを1以上保持している。「ID」は、レコードを識別する情報である。「時間t(Sec)」は、実験の開始からの経過時間を示す属性である。「位置情報」は、位置計測部11が取得した被評価者の上肢の位置を示す情報を格納する属性である。

40

【0047】

次に、曲率関連情報取得部12を構成する曲率取得手段121は、位置計測部11が取得した複数の位置情報を、数式1に代入し、曲率(k)を取得する。そして、曲率取得手段121は、例えば、図4に示すグラフを構成する元になる曲率(k)を得る。なお、図4は、曲率の時間変化を示すグラフである。

【0048】

また、図4のグラフを拡大したグラフを図5に示す。図5のグラフは、図4の曲率「0」から「0.05」あたりまでを拡大している。また、図5のグラフの縦軸は曲率(1/mm)、横軸は時間(Sec)である。

【0049】

50

次に、曲率対数値取得手段122は、曲率取得手段121が取得した複数の各曲率（ k ）の対数である曲率対数値（ $\text{Log}(k)$ ）を取得する。なお、図6は、曲率対数値取得手段122が取得した曲率対数値のヒストグラムの例である。図6において、横軸は曲率対数値、縦軸はサンプル数である。

【0050】

次に、曲率関連情報取得手段123は、曲率対数値取得手段122が取得した複数の曲率対数値の中央値である曲率関連情報を取得する。ここで、曲率関連情報取得手段123が取得した曲率対数値の中央値は「 -3.7 」であった、とする。この曲率関連情報は、図7に示す被評価者（P1）の曲率関連情報である。なお、図7は、横軸がS I A Sの値、縦軸が曲率対数値の中央値である。図7は、被評価者（P1）の曲率対数値の中央値は「 -3.7 」、S I A Sの値が「3」であることを示している。

10

【0051】

次に、評価部13は、曲率関連情報取得部12が取得した曲率関連情報「 -3.7 」を評価結果として取得する。

【0052】

そして、出力部14は、評価部13が取得した評価結果「 -3.7 」を出力する。

【0053】

以上により、運動機能評価装置1は、訓練前の被評価者の上肢の機能評価を行い、機能のレベルを「 -3.7 」と出力した。

【0054】

20

次に、この被評価者は、リハビリテーションを行い、上肢の機能がかなり回復した、とする。

【0055】

そして、被評価者は、訓練後、運動機能評価装置1を用いて、上記と同様に、評価値を算出し、出力した、とする。つまり、被評価者は、コップをテーブルから口元に持っていく動作を30秒間繰り返す。

【0056】

次に、位置計測部11は、上記と同様に、図3に示すような構造を有する位置情報管理表を得る。

【0057】

30

次に、曲率関連情報取得部12を構成する曲率取得手段121は、位置計測部11が取得した複数の位置情報を、数式1に代入し、曲率（ k ）を取得する。そして、曲率取得手段121は、例えば、図8に示すグラフを構成する元になる曲率（ k ）を得る。なお、図8は、曲率の時間変化を示す情報である。

【0058】

また、図8のグラフを拡大したグラフを図9に示す。

【0059】

次に、曲率対数値取得手段122は、曲率取得手段121が取得した複数の各曲率（ k ）の対数である曲率対数値（ $\text{Log}(k)$ ）を取得する。なお、図10は、曲率対数値取得手段122が取得した曲率対数値のヒストグラムの例である。

40

【0060】

次に、曲率関連情報取得手段123は、曲率対数値取得手段122が取得した複数の曲率対数値の中央値である曲率関連情報を取得する。ここで、曲率関連情報取得手段123が取得した曲率対数値の中央値は「 -5.2 」であった、とする。この曲率関連情報は、図11に示す被評価者（P1）の曲率関連情報である。なお、図11は、被評価者（P1）の曲率対数値の中央値は「 -5.2 」、S I A Sの値が「4」であることを示している。

【0061】

次に、評価部13は、曲率関連情報取得部12が取得した曲率関連情報「 -5.2 」を評価結果として取得する。

50

【0062】

そして、医師等の評価者は、被評価者（患者）の評価値が「-3.7」から「-5.2」になったことを認識し、リハビリテーションの効果を確認する。なお、ここでの評価値は、小さいほど、健常者に近づく。なお、健常者の値は、例えば、「-5.8」あたりである。

【0063】

次に、曲率関連情報として、曲率対数値の中央値を用いた、本評価方法が、S I A S と呼ばれる脳卒中機能障害評価法と同様の精度を有することを以下に示す。

【0064】

運動機能評価装置1を用いて、3名の曲率の時間変化を示した図が図12の真中の3つのグラフである。その3つのグラフをズームしたグラフが、図12の右側の3つのグラフである。なお、図12の左側の3つの線集合は、手先の軌道を示す情報を主成分分析した結果を示す、軌道に関する線の集合である。なお、この3名は、上のデータから、比較的重度の患者（S I A S の評価値「3, 1a」）、比較的軽度の患者（S I A S の評価値「4, 1b」）、健常者（S I A S の評価値「5, 5」）である。また、S I A S の評価値「X, Y」の「X」は、上肢近位テストの評価値、「Y」は上肢遠位テストの評価値を示す。

10

【0065】

次に、運動機能評価装置1を用いて取得された、6名の曲率の時間変化のグラフをズームしたグラフが図13である。6名は、P1, P2, P3, P4, P5, P6である。

20

【0066】

そして、図14は、運動機能評価装置1を用いて取得された、6名の曲率関連情報のヒストグラムである。

【0067】

また、図15は、横軸がS I A S の評価値、縦軸が曲率対数値の中央値（本評価法の評価値）である。図15は、P1からP6の6名の被評価者の2度の評価値の測定結果（○、×）を示す。図15によれば、本評価法と、S I A S 評価法との相関係数は「-0.7」となり、高い相関性が認められた。なお、図15によれば、値が右下がりなので負の相関となる。

【0068】

30

以上、本実施の形態によれば、手先などの上肢の軌道の曲率の情報をを用いて、上肢の適切な機能評価ができる。また、本実施の形態によれば、上肢の機能の微小な変化を検出できる。さらに、本実施の形態によれば、曲率を用いて上肢の機能評価を行うので、高速に、かつ、簡単に上肢の機能評価ができる。

【0069】

なお、本実施の形態によれば、曲率関連情報取得部12は、曲率の対数値を取得するまでの処理を行い、評価部13は、その中央値を評価結果として取得する、と考えても良い。つまり、運動機能評価装置1は、曲率を用いて、上肢な機能評価を行えば良い。

【0070】

また、本実施の形態によれば、運動機能評価装置1は、位置計測部11、曲率関連情報取得部12、評価部13、出力部14を具備した。しかし、運動機能評価装置1から分離された位置計測部11（位置計測装置）が取得した複数の位置情報を、運動機能評価装置1が、記憶媒体やネットワーク経由で取得し、当該取得した複数の位置情報を用いて、上肢の機能評価をしても良い。かかる場合、運動機能評価装置1は、曲率関連情報取得部12、評価部13、出力部14のみの構成でも良い。

40

【0071】

また、本実施の形態において、評価部13は、曲率評価対応情報格納手段131と評価値取得手段132から構成されとは限らない。評価部13は、評価結果を取得すれば良い。評価部13は、曲率関連情報取得部12が取得した曲率関連情報に対して、予め決められた演算（例えば、正規化処理）を行い、評価結果を取得しても良い。なお、評価部1

50

3が曲率評価対応情報格納手段131と評価値取得手段132から構成される場合、評価者や被評価者等に分かりやすい評価結果を出力でき得る。

また、本実施の形態において、身体の一部が上肢である場合について、主として、説明した。しかし、上述したように、身体の一部とは、下肢、指、頭などでも良い。つまり、上記した運動機能評価装置1は、下肢や指等の機能評価にも利用できる。

【0072】

さらに、本実施の形態における処理は、ソフトウェアで実現しても良い。そして、このソフトウェアをソフトウェアダウンロード等により配布しても良い。また、このソフトウェアをCD-ROMなどの記録媒体に記録して流布しても良い。なお、このことは、本明細書における他の実施の形態においても該当する。なお、本実施の形態における運動機能評価装置を実現するソフトウェアは、以下のようなプログラムである。つまり、このプログラムは、コンピュータを、被評価者が身体の一部を動かした場合の、当該被評価者の身体の一部の位置を示す複数の位置情報から、曲率に関する情報である曲率関連情報を取得する曲率関連情報取得部と、前記曲率関連情報取得部が取得した曲率関連情報を用いて、前記被評価者の身体の一部の機能の評価結果を取得する評価部と、前記評価部が取得した評価結果を出力する出力部として機能させるためのプログラム、である。

10

【0073】

また、上記プログラムは、コンピュータを、前記複数の位置情報を取得する位置計測部としてさらに機能させ、前記曲率関連情報取得部は、前記位置計測部が取得した複数の位置情報から、曲率関連情報を取得するものとして機能させるためのプログラムであることは好適である。

20

【0074】

また、上記プログラムにおいて、前記曲率関連情報取得部は、前記位置計測部が取得した複数の位置情報を二階微分し、複数の曲率を取得する曲率取得手段と、前記曲率取得手段が取得した複数の曲率の対数である曲率対数値を複数、取得する曲率対数値取得手段と、前記曲率対数値取得手段が取得した複数の曲率対数値の中央値である曲率関連情報を取得する曲率関連情報取得手段とを具備するものとして、コンピュータを、機能させることは好適である。

【0075】

また、上記プログラムにおいて、前記評価部は、曲率関連情報の範囲と評価値との対応を示す曲率評価対応情報を複数、格納している曲率評価対応情報格納手段と、前記曲率関連情報取得部が取得した曲率関連情報に対応する評価値を、前記曲率評価対応情報格納手段から取得する評価値取得手段とを具備し、前記出力部は、前記評価値取得手段が取得した評価値を、評価結果として出力するものとして、コンピュータを、機能させることは好適である。

30

【0076】

また、図16は、本明細書で述べたプログラムを実行して、上述した実施の形態の運動機能評価装置等を実現するコンピュータの外観を示す。上述の実施の形態は、コンピュータハードウェア及びその上で実行されるコンピュータプログラムで実現され得る。図16は、このコンピュータシステム340の概観図であり、図17は、コンピュータシステム340の内部構成を示す図である。

40

【0077】

図16において、コンピュータシステム340は、FDドライブ3411、CD-ROMドライブ3412を含むコンピュータ341と、キーボード342と、マウス343と、モニタ344とを含む。

【0078】

図17において、コンピュータ341は、FDドライブ3411、CD-ROMドライブ3412に加えて、MPU3413と、CD-ROMドライブ3412及びFDドライブ3411に接続されたバス3414と、ブートアッププログラム等のプログラムを記憶するためのROM3415と、CPU3413に接続され、アプリケーションプログラム

50

の命令を一時的に記憶するとともに一時記憶空間を提供するためのRAM 3416と、アプリケーションプログラム、システムプログラム、及びデータを記憶するためのハードディスク3417とを含む。ここでは、図示しないが、コンピュータ341は、さらに、LANへの接続を提供するネットワークカードを含んでも良い。

【0079】

コンピュータシステム340に、上述した実施の形態の運動機能評価装置等の機能を実行させるプログラムは、CD-ROM 3501、またはFD 3502に記憶されて、CD-ROMドライブ3412またはFDドライブ3411に挿入され、さらにハードディスク3417に転送されても良い。これに代えて、プログラムは、図示しないネットワークを介してコンピュータ341に送信され、ハードディスク3417に記憶されても良い。プログラムは実行の際にRAM 3416にロードされる。プログラムは、CD-ROM 3501、FD 3502またはネットワークから直接、ロードされても良い。

10

【0080】

プログラムは、コンピュータ341に、上述した実施の形態の運動機能評価装置等の機能を実行させるオペレーティングシステム(OS)、またはサードパーティープログラム等は、必ずしも含まなくても良い。プログラムは、制御された状態で適切な機能(モジュール)を呼び出し、所望の結果が得られるようにする命令の部分のみを含んでいれば良い。コンピュータシステム340がどのように動作するかは周知であり、詳細な説明は省略する。

【0081】

20

また、上記プログラムを実行するコンピュータは、単数であってもよく、複数であってもよい。すなわち、集中処理を行ってもよく、あるいは分散処理を行ってもよい。

【0082】

また、上記各実施の形態において、各処理(各機能)は、単一の装置(システム)によって集中処理されることによって実現されてもよく、あるいは、複数の装置によって分散処理されることによって実現されてもよい。

【0083】

本発明は、以上の実施の形態に限定されることなく、種々の変更が可能であり、それらも本発明の範囲内に包含されるものであることは言うまでもない。

【産業上の利用可能性】

30

【0084】

以上のように、本発明にかかる運動機能評価装置は、被評価者の身体の一部の機能評価ができる、という効果を有し、例えば、脳卒中片麻痺上肢のリハビリテーションにおける機能評価を行う運動機能評価装置等として有用である。

【図面の簡単な説明】

【0085】

【図1】実施の形態における運動機能評価装置のブロック図

【図2】同運動機能評価装置の動作について説明するフローチャート

【図3】同位置情報管理表を示す図

【図4】同訓練前の曲率の時間変化を示すグラフ

40

【図5】同図4のグラフを拡大したグラフ

【図6】同曲率対数値のヒストグラム of 例を示す図

【図7】同被評価者の曲率関連情報を示すグラフ

【図8】同訓練後の曲率の時間変化を示すグラフ

【図9】同図8のグラフを拡大したグラフ

【図10】同曲率対数値のヒストグラム of 例を示す図

【図11】同被評価者の曲率関連情報を示すグラフ

【図12】同曲率の時間変化を示すグラフ

【図13】同曲率の時間変化のグラフをズームしたグラフ

【図14】同曲率関連情報のヒストグラム of 例を示す図

50

【図 15】 同 S I A S と本評価法との相関を示す図

【図 16】 同コンピュータシステムの概観図

【図 17】 同コンピュータシステムの内部構成を示す図

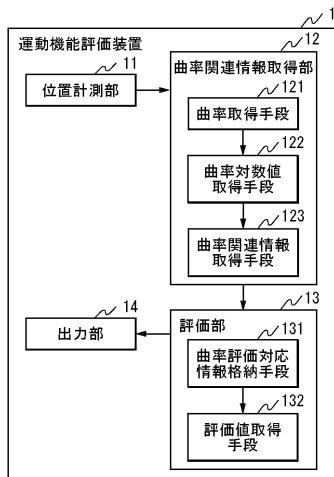
【符号の説明】

【0086】

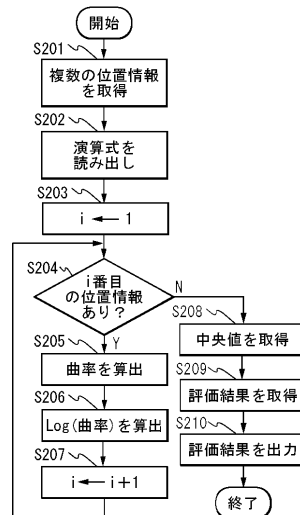
- 1 運動機能評価装置
- 11 位置計測部
- 12 曲率関連情報取得部
- 13 評価部
- 14 出力部
- 121 曲率取得手段
- 122 曲率対数値取得手段
- 123 曲率関連情報取得手段
- 131 曲率評価対応情報格納手段
- 132 評価値取得手段

10

【図 1】



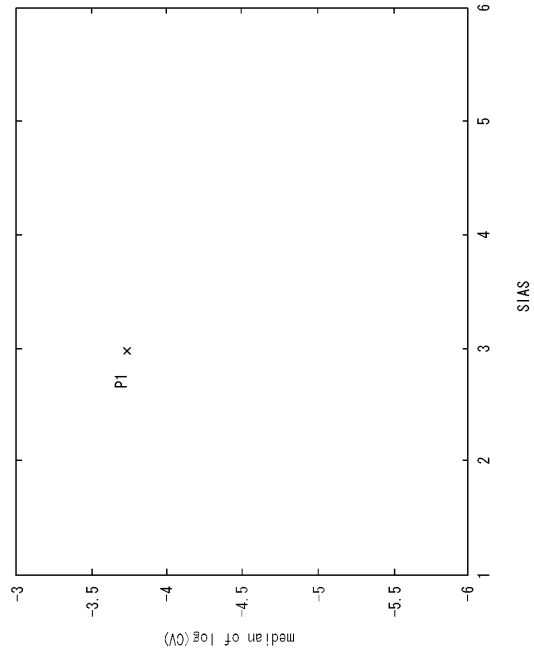
【図 2】



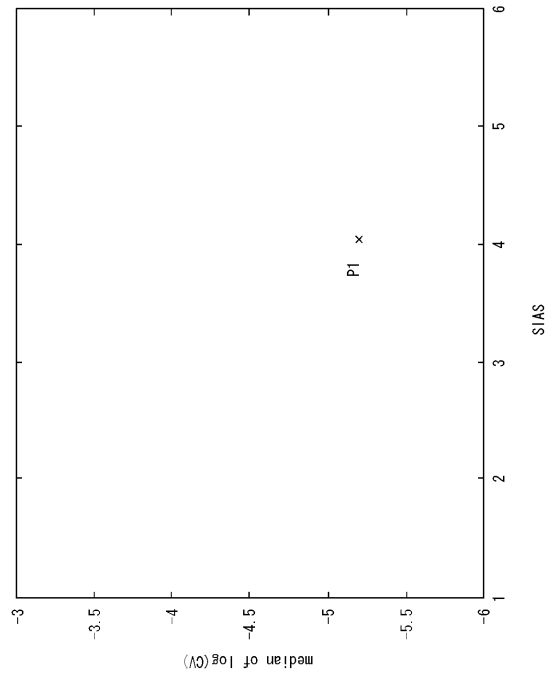
【図 3】

ID	時間t (Sec)	位置情報
1	0	(x_1, y_1, z_1)
2	0.005	(x_2, y_2, z_2)
3	0.010	(x_3, y_3, z_3)
4	0.015	(x_4, y_4, z_4)
⋮	⋮	⋮
n-1	29.995	$(x_{n-1}, y_{n-1}, z_{n-1})$
n	30.000	(x_n, y_n, z_n)

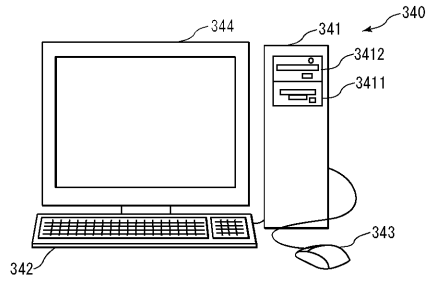
【図 7】



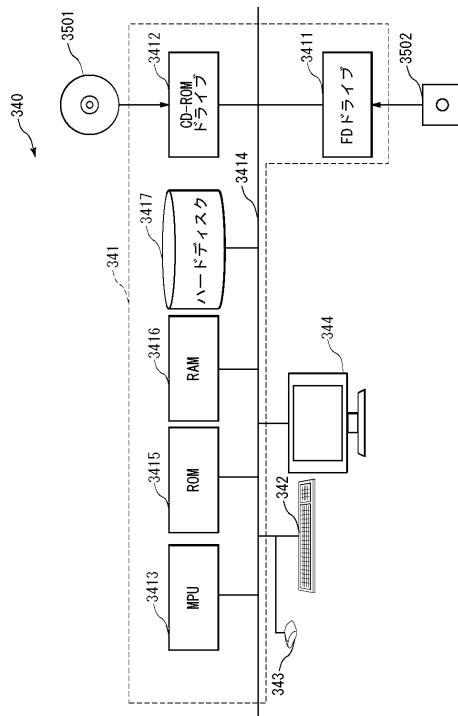
【図 1 1】



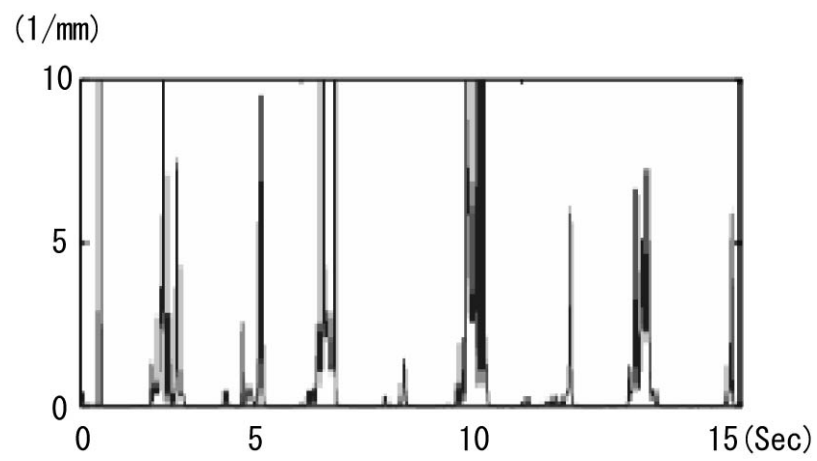
【図 1 6】



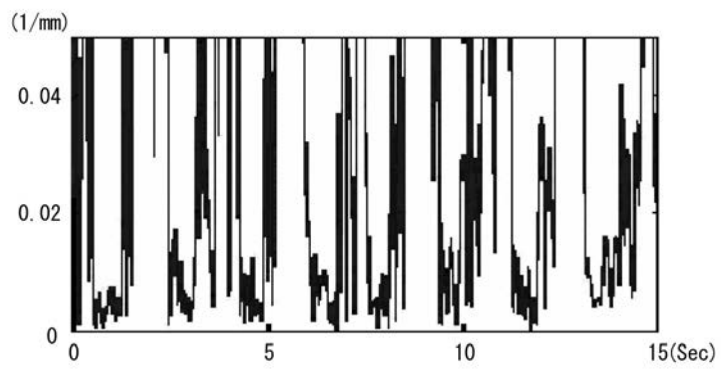
【図 17】



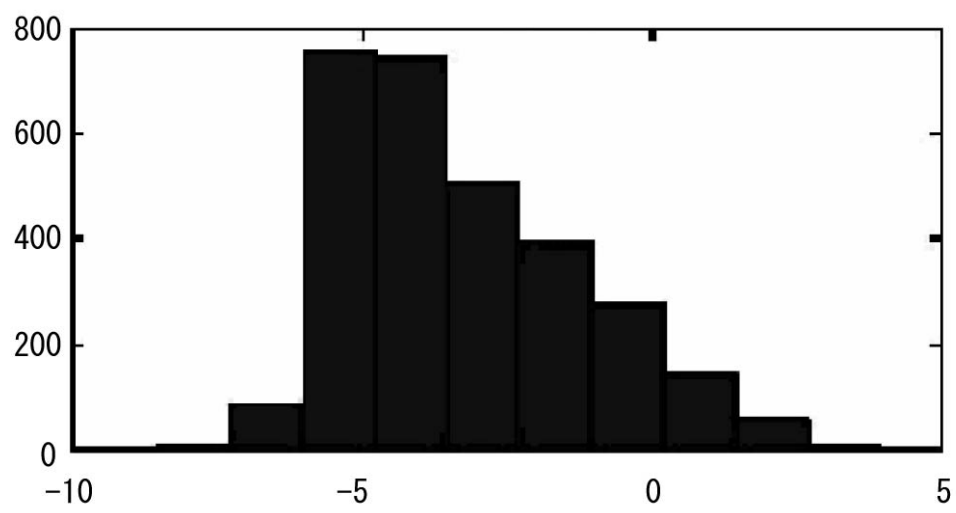
【図 4】



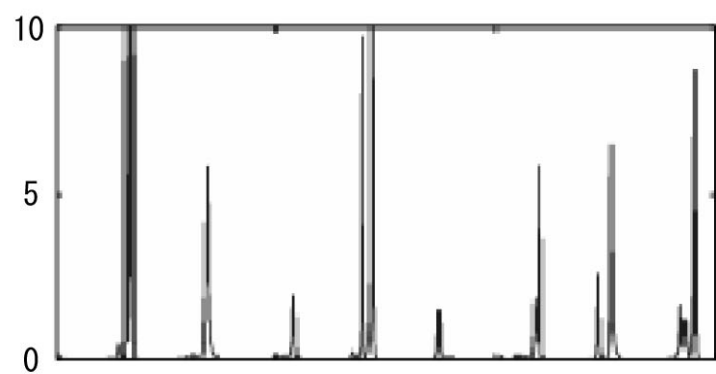
【図 5】



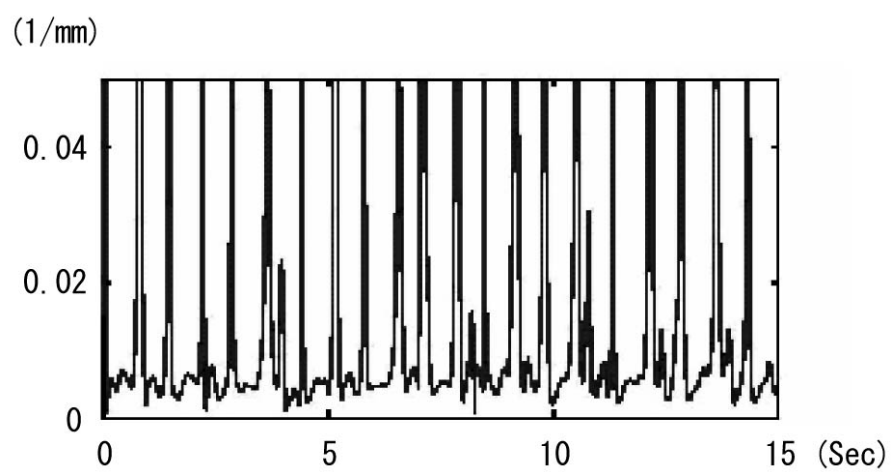
【図 6】



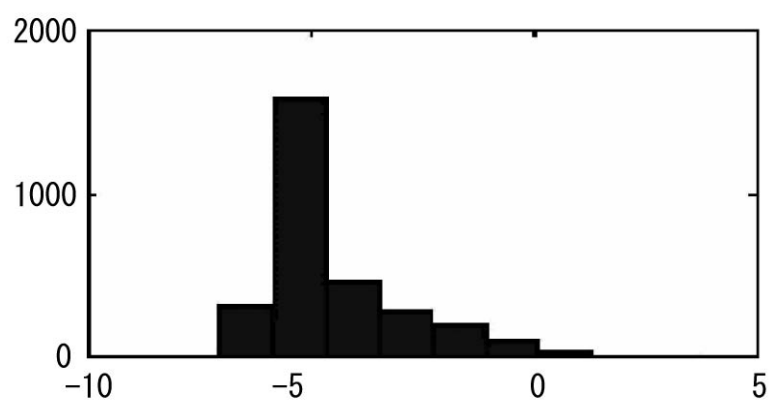
【図 8】



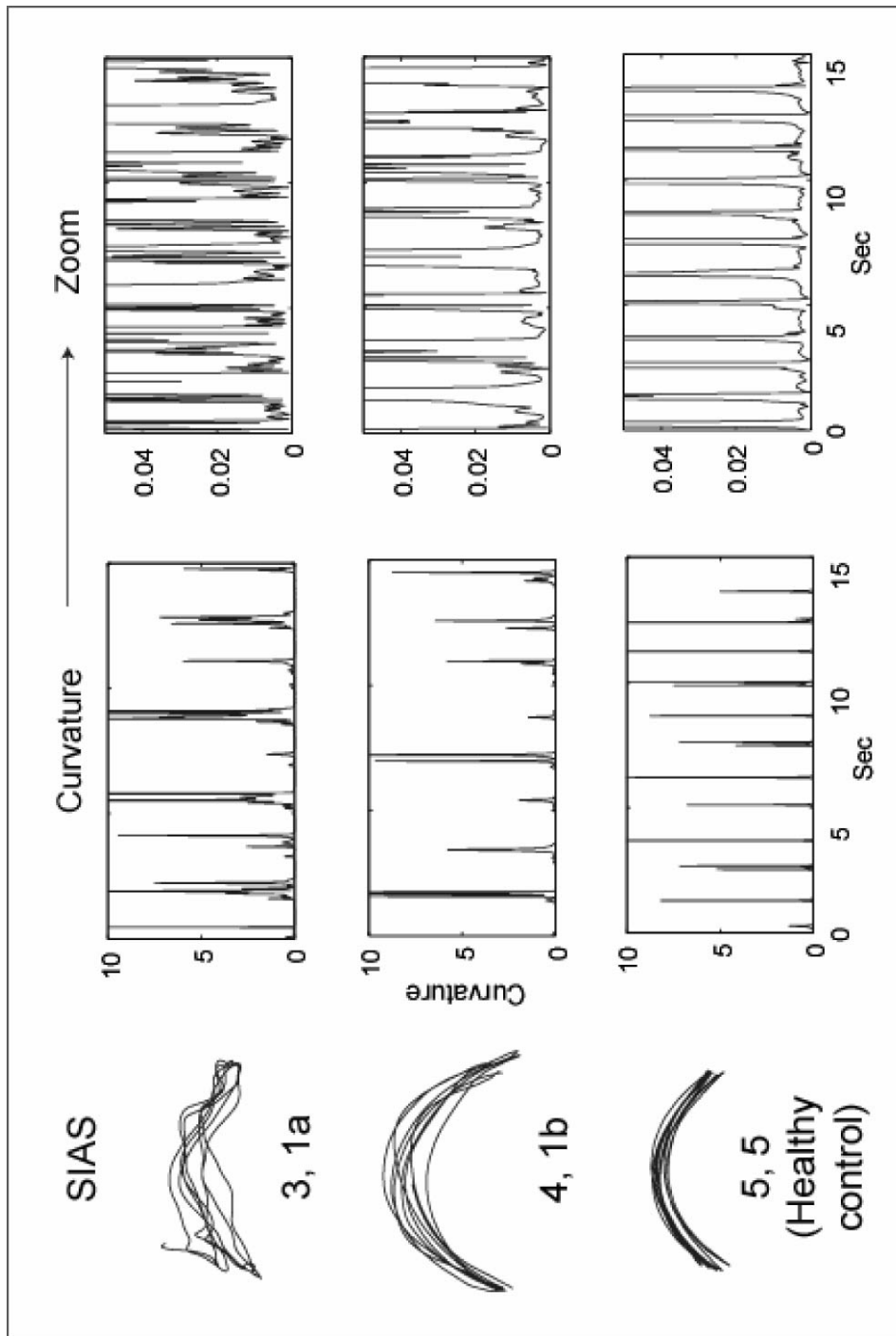
【図 9】



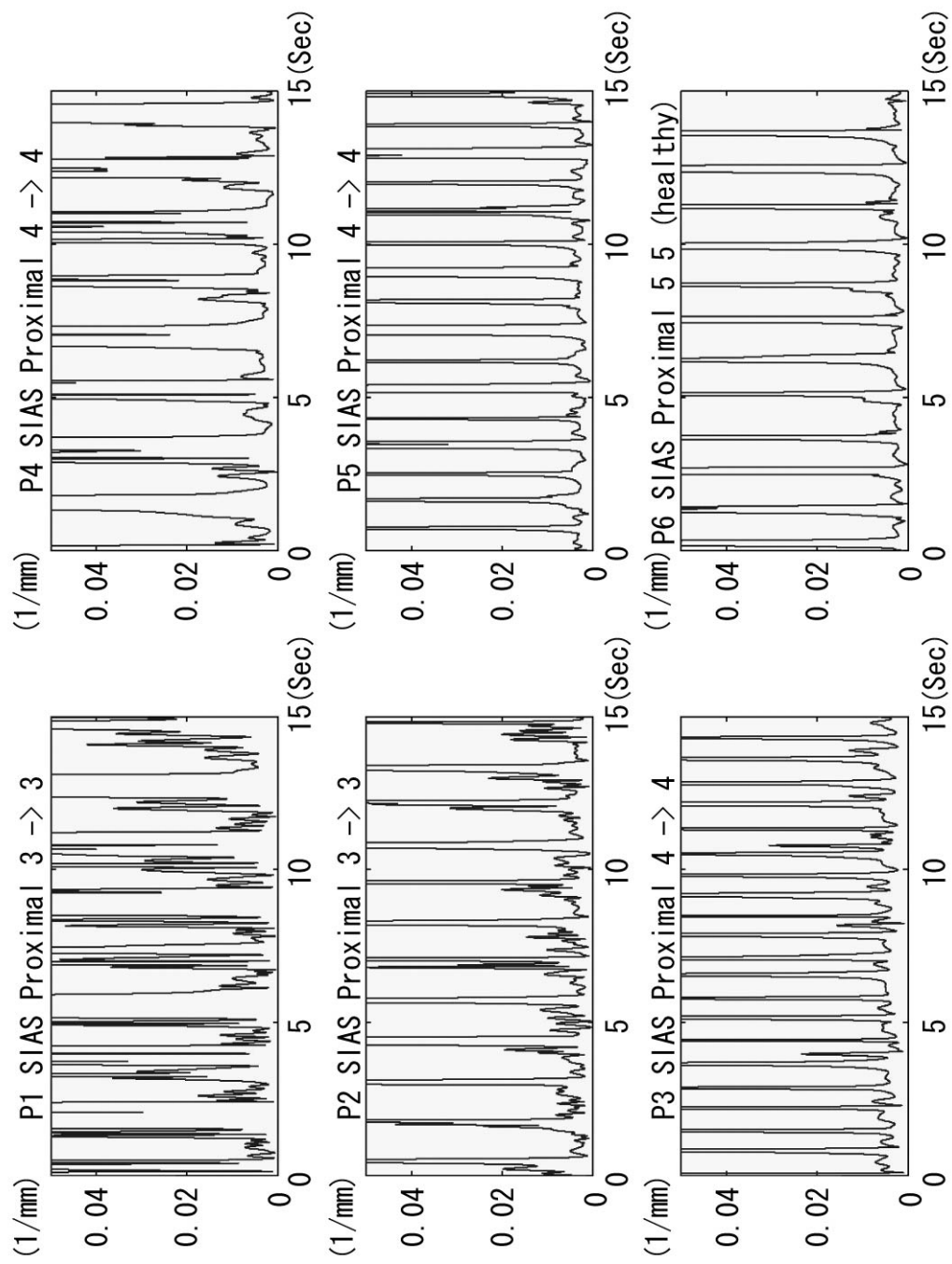
【図 10】



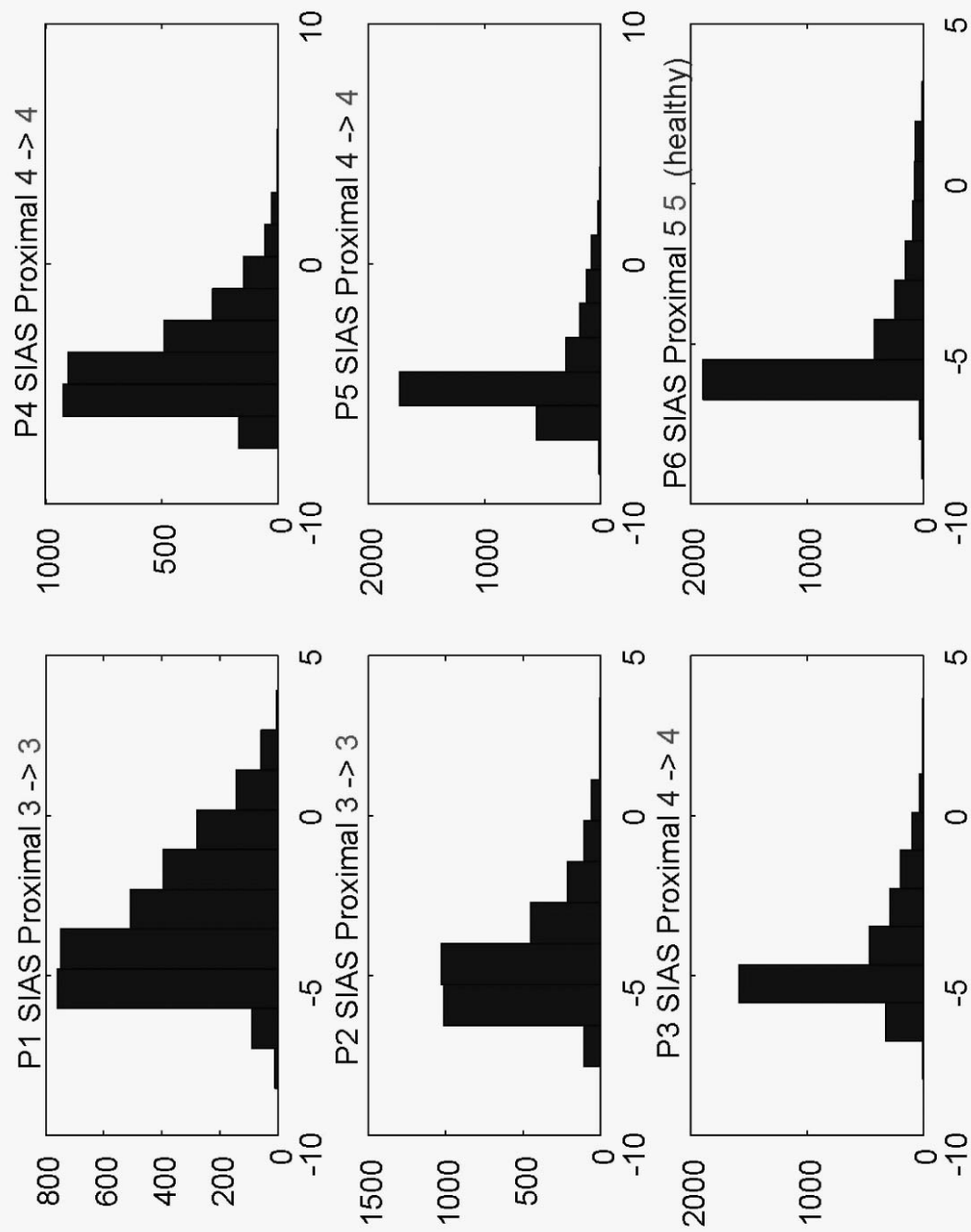
【図 12】



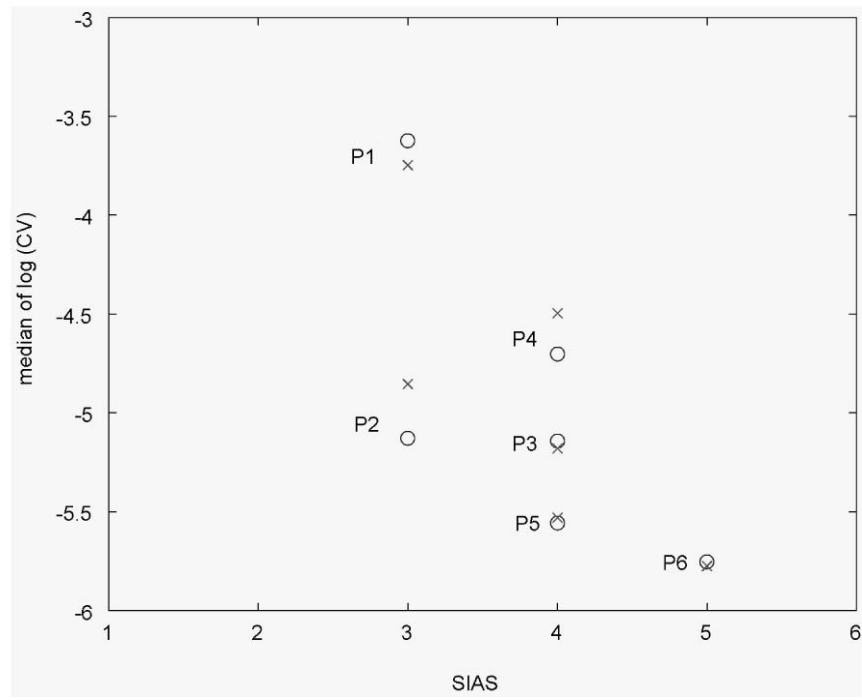
【図 13】



【図 14】



【図 15】



フロントページの続き

(72)発明者 太田 加寿子
東京都新宿区信濃町35番地 慶応義塾大学医学部内

審査官 遠藤 孝徳

- (56)参考文献 特許第3120065 (JP, B2)
特開2004-16336 (JP, A)
特開2005-342254 (JP, A)
再公表特許第2005/096939 (JP, A1)
特開2005-276155 (JP, A)
中野 恵理 Eri Nakano, 腕の姿勢に依存した手先軌道の曲率の変化 THE CURVATURE OF HAND PATHS IN MULTI-JOINT REACHING MOVEMENTS: DEPENDENCE ON ARM POSTURE, 電子情報通信学会技術研究報告 IEICE Technical Report, 日本, 社団法人電子情報通信学会, 第96巻
大須 理英子 Rieko OSU, 運動軌道データから計算される評価関数による軌道計画規範の検討 Calculating Optimal Criteria for Trajectory Planning Using Observed Movement Data, 電子情報通信学会技術研究報告 IEICE Technical Report, 日本, 社団法人電子情報通信学会, 第96巻
森重 健一 Ken-ichi MORISHIGE, 熟練到達運動において目標軌道は存在するか Is There Desired Trajectory for Skilled Reaching Movements?, 電子情報通信学会論文誌 (J88-D-I) 第12号 THE IEICE TRANSACTIONS ON INFORMATION AND SYSTEMS, PT.2 (JAPANESE EDITION), 日本, 社団法人電子情報通信学会 THE INSTITUTE OF ELECTRONICS, INFORMATION AND COMMUNICATION ENGINEERS, 第J88-D-II巻
森重 健一 Ken-ichi MORISHIGE, 経由点到達運動の位置分散は軌道計画・実行の逐次モデルを支持する Positional Variance on Via-Point Reaching Movement Supports Sequential Trajectory Planning and Execution Model, 電子情報通信学会論文誌 (J87-D-I) 第2号 THE IEICE TRANSACTIONS ON INFORMATION AND SYSTEMS, PT.2 (JAPANESE EDITION), 日本, 社団法人電子情報通信学会 THE INSTITUTE OF ELECTRONICS, INFORMATION AND COMMUNICATION ENGINEERS, 第J87-D-II巻
宇野洋二 大須理英子 川人光男, “ヒトの手の曲線運動を再現する最適化モデル”, 生体・生理工学シンポジウム論文集, 日本, 社団法人計測自動制御学会生体・生理工学部会, 1995年11月30日, 第10回, 2B4-1, p. 293-296

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 5/103 - 5/113
A61H 1/00 - 1/02
A63B 21/00 - 21/28
A63F 13/00 - 13/12
G01B 11/00 - 11/30
JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII)