

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7322985号
(P7322985)

(45)発行日 令和5年8月8日(2023.8.8)

(24)登録日 令和5年7月31日(2023.7.31)

(51)国際特許分類	F I
A 6 3 B 69/00 (2006.01)	A 6 3 B 69/00 Z
A 6 3 B 71/06 (2006.01)	A 6 3 B 71/06 T
A 6 1 B 5/11 (2006.01)	A 6 1 B 5/11 2 3 0

請求項の数 9 (全15頁)

(21)出願番号	特願2022-5662(P2022-5662)	(73)特許権者	000001443
(22)出願日	令和4年1月18日(2022.1.18)		カシオ計算機株式会社
(62)分割の表示	特願2020-48697(P2020-48697)の分割		東京都渋谷区本町1丁目6番2号
原出願日	令和2年3月19日(2020.3.19)	(74)代理人	100095407
(65)公開番号	特開2022-60222(P2022-60222A)		弁理士 木村 満
(43)公開日	令和4年4月14日(2022.4.14)	(72)発明者	富田 寛基
審査請求日	令和4年3月23日(2022.3.23)		東京都羽村市栄町3-2-1 カシオ計算機株式会社 羽村技術センター内
		審査官	佐々木 祐

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 運動支援装置、運動支援方法及びプログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

外部機器からシミュレーションモデルまたは所定の人物の腕振り軌跡データ群を取得し、
取得された前記腕振り軌跡データ群における腕振り1回転分の複数の軌跡データのそれぞれの始点と終点の位置を固定し、その間を予め定められたサンプル数でリサンプリングし、

リサンプリングされた前記腕振り軌跡データ群における複数の前記軌跡データの始点から終点までの各点のうち、対応する点同士で距離が最小になるように重ね合わせてプロクラステス距離を夫々求め、これらプロクラステス距離から距離行列を生成し、

前記距離行列に含まれる各行の値に基づいて各行ごとに特徴量ベクトルを算出し、前記特徴量ベクトルを、ある数のクラスタに分類したクラスタリングデータを生成する制御部を備えることを特徴とする、運動支援装置。

10

【請求項2】

前記制御部はさらに、分類された各クラスタに名称を付けることを特徴とする、請求項1に記載の運動支援装置。

【請求項3】

前記制御部はさらに、前記外部機器から新たに取得されたユーザの腕振り軌跡データと、前記クラスタリングデータとを比較し類似するクラスタを求め、求めた前記類似するクラスタに基づいて腕振りタイプを判定することを特徴とする、

請求項1または2に記載の運動支援装置。

20

【請求項 4】

表示部をさらに備え、
前記制御部は、判定された前記腕振りタイプを前記表示部に表示させることを特徴とする、
請求項 3 に記載の運動支援装置。

【請求項 5】

前記腕振りタイプとは、前記腕振りの軌跡の代表形状を示すものであることを特徴とする、
請求項 3 または 4 に記載の運動支援装置。

【請求項 6】

入力操作部をさらに備え、
前記制御部は、前記入力操作部からユーザが入力した名称を各クラスに付けることを特徴とする、
請求項 1 から 5 の何れか一項に記載の運動支援装置。

【請求項 7】

前記外部機器は、前記腕振り軌跡データを取得するための各種センサを備える端末であることを特徴とする、
請求項 1 から 6 の何れか一項に記載の運動支援装置。

【請求項 8】

運動支援装置において実行される運動支援方法であって、
外部機器からシミュレーションモデルまたは所定の人物の腕振り軌跡データ群を取得する取得ステップと、
前記取得ステップにて取得された前記腕振り軌跡データ群における腕振り 1 回転分の複数の軌跡データのそれぞれの始点と終点の位置を固定し、その間を予め定められたサンプル数でリサンプリングするリサンプリングステップと、
リサンプリングされた前記腕振り軌跡データ群における複数の前記軌跡データの始点から終点までの各点のうち、対応する点同士で距離が最小になるように重ね合わせてプロクラステス距離を夫々求め、これらプロクラステス距離から距離行列を生成する距離行列生成ステップと、
前記距離行列に含まれる各行の値に基づいて各行ごとに特徴量ベクトルを算出し、前記特徴量ベクトルを、ある数のクラスに分類したクラスタリングデータを生成するクラスタリングデータ生成ステップと、
を含むことを特徴とする運動支援方法。

【請求項 9】

コンピュータを、
外部機器からシミュレーションモデルまたは所定の人物の腕振り軌跡データ群を取得する取得手段、
前記取得手段によって取得された前記腕振り軌跡データ群における腕振り 1 回転分の複数の軌跡データのそれぞれの始点と終点の位置を固定し、その間を予め定められたサンプル数でリサンプリングするリサンプリング手段、
リサンプリングされた前記腕振り軌跡データ群における複数の前記軌跡データの始点から終点までの各点のうち、対応する点同士で距離が最小になるように重ね合わせてプロクラステス距離を夫々求め、これらプロクラステス距離から距離行列を生成する行列生成手段、
前記距離行列に含まれる各行の値に基づいて各行ごとに特徴量ベクトルを算出し、前記特徴量ベクトルを、ある数のクラスに分類したクラスタリングデータを生成するデータ生成手段、
として機能させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

20

30

40

50

本発明は、運動支援装置、運動支援方法及びプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

ランニングやウォーキングにおいて、腕の振り方は重要である。しかし、どのような腕の振り方をしているのか、自分自身では意識しないと認識することが難しい。特に、疲労時には、腕の振り方まで意識することは難しい。そこで、例えば、特許文献1には、検出したユーザの腕振りピークに基づいてユーザが踏んだステップ量を推定し、エネルギー消費値を算出する技術が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0003】

【文献】特開2019-115665号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、特許文献1に記載された技術では、ユーザの腕の振り方がどのような特徴を持つものなのか、すなわち、ユーザの腕振りタイプを分類することができないという課題がある。

【0005】

本発明は、上記の課題を解決するためにされたものであり、ユーザの腕振りタイプを分類することができる運動支援装置、運動支援方法及びプログラムを提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記課題を解決するため、本発明に係る運動支援装置は、

外部機器からシミュレーションモデルまたは所定の人物の腕振り軌跡データ群を取得し、

取得された前記腕振り軌跡データ群における腕振り1回転分の複数の軌跡データのそれぞれの始点と終点の位置を固定し、その間を予め定められたサンプル数でリサンプリングし、

リサンプリングされた前記腕振り軌跡データ群における複数の前記軌跡データの始点から終点までの各点のうち、対応する点同士で距離が最小になるように重ね合わせてプロクラステス距離を夫々求め、これらプロクラステス距離から距離行列を生成し、

30

前記距離行列に含まれる各行の値に基づいて各行ごとに特徴量ベクトルを算出し、前記特徴量ベクトルを、ある数のクラスに分類したクラスティングデータを生成する制御部を備えることを特徴とする。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、ユーザの腕振りタイプを分類することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

40

【図1】本発明の実施形態に係る腕振り軌跡データの取得方法の一例である。

【図2】本発明の実施形態に係る運動支援システムの構成を示すブロック図である。

【図3】本発明の実施形態に係る運動支援装置の構成を示す図である。

【図4】本発明の実施形態に係る腕振り軌跡の分類結果の一例を示す図であり、(a)は進行方向左に動いた腕をユーザの真左からみた場合の代表軌跡であり、(b)は進行方向前に動いた腕をユーザの真前からみた場合の代表軌跡であり、(c)は進行方向左に動いた腕をユーザの真上からみた場合の代表軌跡であり、(d)は進行方向後ろに動いた腕をユーザの真後ろからみた場合の代表軌跡である。

【図5】本発明の実施形態に係る腕振り軌跡の分類結果の一例を示す図であり、(a)は進行方向左に動いた腕をユーザの真左からみた場合の代表軌跡であり、(b)は進行方向

50

前に動いた腕をユーザの真前からみた場合の代表軌跡であり、(c)は進行方向左に動いた腕をユーザの真上からみた場合の代表軌跡であり、(d)は進行方向後ろに動いた腕をユーザの真後ろからみた場合の代表軌跡である。

【図6】本発明の実施形態に係る腕振り軌跡の分類結果の一例を示す図であり、(a)は進行方向左に動いた腕をユーザの真左からみた場合の代表軌跡であり、(b)は進行方向前に動いた腕をユーザの真前からみた場合の代表軌跡であり、(c)は進行方向左に動いた腕をユーザの真上からみた場合の代表軌跡であり、(d)は進行方向後ろに動いた腕をユーザの真後ろからみた場合の代表軌跡である。

【図7】本発明の実施形態に係る運動支援装置のハードウェア構成の一例を示す図である。

【図8】本発明の実施形態に係る運動支援装置で実行される軌跡クラスタリング処理の流れを示すフローチャートである。

10

【図9】本発明の実施形態に係る運動支援装置で実行される軌跡タイプ判定処理の流れを示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本発明の実施形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付す。

【0010】

本発明の実施の形態に係る運動支援装置2は、端末1で複数人の被験者から取得した腕振り軌跡データ群をクラスタリングしてクラスタリングデータを生成することと、端末1で新たに取得したユーザの腕振り軌跡データと生成したクラスタリングデータとを比較して求めた類似するクラスタに基づいて、腕振りタイプを判定することができる装置である。

20

【0011】

図1に示すのは、端末1を腕に装着したユーザである。端末1は、加速度センサ、ジャイロセンサ、地磁気センサ等を含み、ユーザの腕振り軌跡データを取得することができる機器である。ユーザの腕振り軌跡データは、腕振り1回転分の軌跡データである。腕振り1回転分の軌跡データは、例えば、腕を後ろで切り返して前に動かし、前で切り返して後ろに戻るまでのデータである。なお、腕を前から後ろに動かし、後ろで切り返して前に戻るまでのデータとしてもよい。端末1では、加速度センサ、ジャイロセンサ、地磁気センサ等で測定したデータを予め定められた一定期間毎に取得し、腕振り1回転分の軌跡データを取得する。この腕振り1回転分の軌跡データを、複数回転分取得したデータを、以下では、腕振り軌跡データ群Aとする。腕振り軌跡データ群Aは、xyzの3次元点群であり、例えば、以下の式(1)で表すことができる。なお、n、m、kは3以上の整数とする。

30

【0012】

【数1】

$$A = \left(\begin{array}{cccc} a_{x1}, a_{x2}, \dots, a_{xn} \\ a_{y1}, a_{y2}, \dots, a_{yn} \\ a_{z1}, a_{z2}, \dots, a_{zn} \end{array} \right), \left(\begin{array}{cccc} a_{x1}, a_{x2}, \dots, a_{xm} \\ a_{y1}, a_{y2}, \dots, a_{ym} \\ a_{z1}, a_{z2}, \dots, a_{zm} \end{array} \right), \dots, \left(\begin{array}{cccc} a_{x1}, a_{x2}, \dots, a_{xk} \\ a_{y1}, a_{y2}, \dots, a_{yk} \\ a_{z1}, a_{z2}, \dots, a_{zk} \end{array} \right) \quad (1)$$

40

【0013】

端末1で生成された腕振り軌跡データ群Aは、図2に示すように、端末1から運動支援装置2に送信される。運動支援装置2は、端末1から取得した腕振り軌跡データ群Aを形状毎にクラスタリングし、クラスタリングデータを生成する。また、運動支援装置2は、端末1から新たに取得した腕振り軌跡データ群Aと、生成したクラスタリングデータとを比較し、類似するクラスタを求める。運動支援装置2は、求めたクラスタに基づいて、ユーザの腕振りタイプを判定する。なお、端末1と運動支援装置2とを合わせて、以下では

50

運動支援システム 100 と称する。

【0014】

運動支援装置 2 は、図 3 に示すように、各種データを表示する表示部 21 と、ユーザの指示を入力する入力操作部 22 と、各種データ、プログラムを記憶する記憶部 23 と、制御部 24 とを備えている。表示部 21 は、制御部 24 からの指示に基づいて各種データを表示する。入力操作部 22 は、ユーザからの入力を受け付ける入力部である。記憶部 23 は、腕振り軌跡データ群 A を形状毎に分類した結果であるクラスタリングデータ 231、各種プログラム、プログラムで用いるデータ等を記憶する。

【0015】

制御部 24 は、端末 1 からデータを取得する軌跡データ取得部 241 と、取得したデータをリサンプリングするデータリサンプリング部 242 と、リサンプリングされたデータから距離行列を生成する距離行列生成部 243 と、距離行列に含まれる値をクラスタリングするクラスタリング部 244 と、新たに取得したユーザの腕振りタイプを判定する判定部 245 とを備える。

10

【0016】

軌跡データ取得部 241 は、端末 1 から腕振り軌跡データ群 A を取得する。データリサンプリング部 242 は、取得した腕振り軌跡データ群 A の各データ群の始点と終点の位置を固定し、その間を予め定められたサンプル数でリサンプリングする。腕振り 1 回転にかかる時間はそれぞれ異なるため、データのサンプル数も異なる。そのため、予め定められたサンプル数でリサンプリングすることにより、腕振り 1 回転分全ての軌跡のサンプル数を揃える。リサンプリングした腕振りデータ群を、以下では腕振り軌跡データ群 B と称する。例えば、サンプル数を 50 としてリサンプリングした場合、腕振り軌跡データ群 A の各データ群における腕振り軌跡データ群 B は、以下の式 (2) に示す腕振り軌跡データ群 B1 ~ BN で表すことができる。なお、N は、2 以上の整数とする。

20

【0017】

【数 2】

$$\begin{matrix}
 B1 = \left(\begin{array}{cccc}
 b1_{x1}, b1_{x2}, \dots, b1_{x50} \\
 b1_{y1}, b1_{y2}, \dots, b1_{y50} \\
 b1_{z1}, b1_{z2}, \dots, b1_{z50} \\
 \vdots \\
 \vdots
 \end{array} \right) & (2)
 \end{matrix}$$

30

$$\begin{matrix}
 BN = \left(\begin{array}{cccc}
 bN_{x1}, bN_{x2}, \dots, bN_{x50} \\
 bN_{y1}, bN_{y2}, \dots, bN_{y50} \\
 bN_{z1}, bN_{z2}, \dots, bN_{z50}
 \end{array} \right)
 \end{matrix}$$

40

【0018】

距離行列生成部 243 は、式 (2) に示した腕振り軌跡データ群 B1 ~ BN から、距離行列 C を生成する。腕振り軌跡データ群 A の各データ群を、全て同サンプル数に揃えることにより、各軌跡同士の始点から終点まで各点の対応をとることができる。点同士の対応がとれた 2 つの点群に対して、並進・回転・一様なスケールリングの変換をし、2 点群間の二乗誤差が最小、すなわち、2 点群間の距離が最小になるように重ねあわせる。これにより、その 2 点群のプロクラステス距離を求めることができる。プロクラステス距離は、ス

50

カラー値である。そこで、腕振り軌跡データ群 B 1 ~ B N それぞれからプロクラステス距離を求める。求めたプロクラステス距離を 1 つの行列にまとめた行列が、距離行列 C である。ここで、例えば、腕振り軌跡データ群 B 1 ~ B 1 0 0 の 1 0 0 個の腕振り軌跡データがある場合、行列は 1 0 0 × 1 0 0 のマトリックスとなる。この場合の距離行列 C は、例えば、以下の式 (3) で表すことができる。

【 0 0 1 9 】

【 数 3 】

$$C = \begin{pmatrix} 0, & c_{12}, & c_{13}, & \dots, & c_{1\ 100} \\ c_{21}, & 0, & c_{23}, & \dots, & c_{2\ 100} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ c_{100\ 1}, & c_{100\ 2}, & c_{100\ 3}, & \dots, & 0 \end{pmatrix} \quad (3)$$

10

【 0 0 2 0 】

クラスタリング部 2 4 4 は、生成された距離行列 C に含まれる値を、任意のクラスタ数 D に分類する。クラスタリングの手法には、例えば、教師なしクラスタリングの手法として k - m e a n s、k - m e d o i d s 等がある。k - m e a n s は、クラスタリングの度に各クラスタ内の中点を求める手法である。また、k - m e d o i d s は、各クラスタ内で、クラスタ内の自分以外のデータとの距離合計が最も近いデータをセントロイド (中心) として選ぶ手法である。本実施の形態では、例えば、k - m e d o i d s を用いて、距離行列 C に含まれる値を任意のクラスタ数 D 個のクラスタに分類するものとする。

20

【 0 0 2 1 】

クラスタリング部 2 4 4 は、分類した D 個のクラスタそれぞれに対して、x y z の各方面からみた代表軌跡の形状を、自動または手動により判定し意味付けする。この意味付けは、x y z の各方面からみた代表軌跡の形状、特徴から連想される型の名称を付けるものである。型の名称は、例えば、回転系、8 の字型、L 字型等である。意味付けは、運動支援装置 2 により、記憶部 2 3 に記憶された x y z の各方面からみた形状と予め定められた型の名称とに基づいて、自動で付与される。または、ユーザが、表示部 2 1 に表示された x y z の各方面からみた代表軌跡を見て、その形状、特徴から連想される型の名称を入力操作部 2 2 から入力するようにしてもよい。クラスタリング部 2 4 4 は、意味づけされた D 個のクラスタを、クラスタリングデータ 2 3 1 として記憶部 2 3 に記憶させる。

30

【 0 0 2 2 】

判定部 2 4 5 は、端末 1 から軌跡データ取得部 2 4 1 を介して、新たに取得した一回転分の腕振り軌跡データ E と、記憶部 2 3 に記憶されたクラスタリングデータ 2 3 1 とを比較し、腕振りのタイプを判定する。判定部 2 4 5 は、判定結果を表示部 2 1 に表示させる。具体的には、判定部 2 4 5 は、端末 1 から軌跡データ取得部 2 4 1 を介して、新たに取得した腕振り軌跡データ群のうち一回転分の腕振り軌跡データ E を取得する。続いて、判定部 2 4 5 は、記憶部 2 3 に記憶されたクラスタリングデータ 2 3 1 から D 個のクラスタを取得する。判定部 2 4 5 は、一回転分の腕振り軌跡データ E と D 個のクラスタとのプロクラステス距離を求め、一番プロクラステス距離の近いクラスタ、すなわち、類似するクラスタを求める。判定部 2 4 5 は、求めた一番プロクラステス距離の近いクラスタの名称を、表示部 2 1 に表示させる。表示部 2 1 に表示されたクラスタの名称が、腕振りのタイプの名称である。

40

【 0 0 2 3 】

ここで、クラスタリング部 2 4 4 で求められる D 個のクラスタと、各クラスタへの意味づけの例を図 4 から図 6 に示す。図 4 から図 6 における (a) は、進行方向左に動いた腕

50

をユーザの真左からみた場合の代表軌跡である。また、図4から図6における(b)は、進行方向前に動いた腕をユーザの正面からみた場合の代表軌跡である。図4から図6における(c)は、進行方向左に動いた腕をユーザの真上からみた場合の代表軌跡である。図4から図6における(d)は、進行方向後ろに動いた腕を、ユーザの真後ろからみた場合の代表軌跡である。各代表軌跡は、xyzの各方面からみた形状を示している。なお、図4から図6における(d)の破線は、(a)~(c)に示した各代表軌跡に含まれる成分以外の成分を示している。

【0024】

図4(a)~(c)に示す各代表軌跡は、始点と終点とが重なる輪の形状をしている。また、図4(d)に示す代表軌跡は、実線の部分だけではなく破線の一部を含めて考えると、始点と終点とが重なる輪の形状をしている。このように輪の形状をしている軌跡については、腕が輪の形に動く、すなわち回転しているものと考えられる。このため、例えば、回転系と名付けるものとする。このため、ここでは、図4(a)~(d)に示す各代表軌跡を、回転系と名付けるものとする。

10

【0025】

図5(a)に示す代表軌跡は、アルファベットのL字の形状に似ている。このため、ここでは、L字型と名付けるものとする。また、図5(b)に示す代表軌跡は、軌跡同士が交差しており8の字の形状に似ている。また、図5(d)に示す代表軌跡は、実線の部分だけではなく破線の一部を含めて考えると、軌跡同士が交差しており8の字の形状に似ている。このため、図5(b)、(d)に示す代表軌跡は、ここでは、8の字型と名付けるものとする。図5(c)に示す代表軌跡は、始点と終点とが概ね重なる輪の形状をしている。このため、ここでは、図5(c)に示す各代表軌跡を、回転系と名付けるものとする。

20

【0026】

図6(a)に示す代表軌跡は、アルファベットのL字の形状に似ている。このため、ここでは、L字型と名付けるものとする。図6(b)に示す代表軌跡は、始点から終点までの軌跡がシャープな動きをした形状である。また、図6(d)に示す代表軌跡は、線の部分だけではなく破線の一部を含めて考えると、始点から終点までの軌跡が、シャープな動きをした形状である。このため、図6(b)、(d)に示す代表軌跡は、ここでは、シャープな動きと名付けるものとする。図6(c)に示す代表軌跡は、始点から終点までの軌跡が、2本とも直線に近い形状をしている。このため、ここでは直線形と名付ける。

30

【0027】

図3に示したクラスタリング部244は、求めたD個のクラスタのうち、クラスタに所属するデータ数が多い順に予め定められたクラスタ数、例えば、6つに意味づけを行う。また、図3に示した制御部24において実行される軌跡データ取得部241と、データリサンプリング部242と、距離行列生成部243と、クラスタリング部244と、判定部245とは、記憶部23に記憶されたプログラムを実行することにより実現される機能である。このプログラムを実行するための運動支援装置2のハードウェア構成の一例について、図7を参照しつつ、以下に説明する。

【0028】

運動支援装置2は、例えば、サーバ装置や、パーソナルコンピュータ等の電子機器により実現され、各種プログラム、各種データを記憶する記憶部23と、各種プログラムを読み込むメモリ202と、メモリ202に読み込まれた各種プログラムを実行するプロセッサ203と、を含む制御部24と、ユーザからの入力を受け付ける入力操作部22と、各種データを表示する表示部21と、表示部21に表示させる表示用データを生成し出力する表示用処理部206と、端末1を接続可能なI/Oポート207と、内部バス208とを備えている。記憶部23と、メモリ202と、プロセッサ203と、入力操作部22と、表示部21と、表示用処理部206と、I/Oポート207とは、内部バス208により相互に接続されている。

40

【0029】

記憶部23は、運動支援装置2で実行される各種機能を実現するための各種プログラム

50

、図3に示したクラスタリングデータ231を含む各種データ等が保存された記憶部である。記憶部23は、例えば、ROM(Read Only Memory)、記憶素子等により構成することができる。メモリ202は、記憶部23から取得した各種プログラムを読み込み展開することができる記憶素子である。メモリ202は、例えば、RAM(Random Access Memory)から構成することができる。

【0030】

プロセッサ203は、メモリ202に読み込まれた各種プログラムを実行する。プロセッサ203は、例えば、CPU(Central Processing Unit)、MPU(Micro-processing Unit)等の各種制御用素子により構成することができる。図3に示した制御部24において実行される軌跡データ取得部241と、データリサンプリング部242と、距離行列生成部243と、クラスタリング部244と、判定部245とは、記憶部23に記憶されたプログラムを、プロセッサ203が実行することにより実現される。入力操作部22は、ユーザから指示、各種文字列等の入力を受け付ける入力部である。入力装置204は、例えば、キーボード、キーボタン、タブレット、デジタイザ等により構成することができる。

10

【0031】

表示部21は、各種データを表示する表示部である。表示部21は、例えば、有機EL(Electro-Luminescence)ディスプレイ、LCD(Liquid Crystal Display)、MIP(Maximum Intensity Projection)表示可能な表示パネル等により構成することができる。表示用処理部206は、表示部21に各種表示用データを生成し出力する処理部である。表示用処理部206は、例えば、ビデオカード、GPU(Graphics Processing Unit)、グラフィックボード等の映像信号出力装置を用いて構成することができる。I/Oポート207は、端末1を接続することができる接続用ポートである。I/Oポート207は、例えば、USB(Universal Serial Bus)ポート、IEEE1394ポート等、機器を接続可能な各種ポートを用いて構成することができる。

20

【0032】

続いて、運動支援装置2で実行される軌跡クラスタリング処理と、軌跡タイプ判定処理について説明する。軌跡クラスタリング処理は、端末1から取得したユーザの腕振り軌跡データ群をクラスタリングし、D個のクラスタを生成する処理である。また、軌跡タイプ判定処理は、端末1から新たに取得したユーザの1回転分の腕振り軌跡データと、軌跡クラスタリング処理で生成したクラスタとを比較し、ユーザの腕振りタイプを判定する処理である。

30

【0033】

軌跡クラスタリング処理は、軌跡クラスタリング処理プログラムとして図7に示した記憶部23に記憶されている。運動支援装置2では、例えば、表示部21の画面上に表示されたアイコン、メニュー等をユーザが選択するといったユーザからの指示により、軌跡クラスタリング処理プログラムをメモリ202に読み出す。メモリ202に読み出された軌跡クラスタリング処理プログラムを、プロセッサ203が実行する。軌跡クラスタリング処理について、図8に示したフローチャートを参照しつつ、以下に説明する。

40

【0034】

図3に示した運動支援装置2の軌跡データ取得部241は、端末1から複数回分のユーザの腕振り軌跡データである、腕振り軌跡データ群を取得する(ステップS10)。腕振り軌跡データ群を、例えば、上述の式(1)に示した腕振り軌跡データ群Aとする。運動支援装置2のデータリサンプリング部242は、腕振り軌跡データ群Aの各軌跡データ群を、予め定められたサンプル数でリサンプリングする(ステップS11)。例えば、サンプル数を50としてリサンプリングした場合、腕振り軌跡データ群Aの各データ群における腕振り軌跡データ群Bは、上述の式(2)に示す腕振り軌跡データ群B1~BNで表すことができる。

【0035】

50

続いて、図3に示した運動支援装置2の距離行列生成部243は、腕振り軌跡データ群Bから距離行列を生成する(ステップS12)。例えば、腕振り軌跡データ群B1~B100の100個の腕振り軌跡データがある場合、行列は100×100のマトリクスとなる。この場合の距離行列Cは、例えば、上述の式(3)で表すことができる。

【0036】

運動支援装置2のクラスタリング部244は、生成された距離行列Cに含まれる値を、クラスタリングする(ステップS13)。具体的には、クラスタリング部244は、生成された距離行列Cに含まれる値を任意のクラスタ数Dにクラスタリングする。クラスタリング部244は、各クラスタに含まれる代表軌跡の形状、特徴等に基づいて、意味づけを行う(ステップS14)。例えば、図4から図6に示したように、各代表軌跡の形状、特徴等に基づいて、回転系、8の字型、L字型等の名称を付ける。クラスタリング部244は、意味づけされたD個のクラスタを、クラスタリングデータ231として記憶部23に記憶させる(ステップS15)。

【0037】

また、軌跡タイプ判定処理は、軌跡タイプ判定処理プログラムとして図7に示した記憶部23に記憶されている。運動支援装置2では、例えば、表示部21の画面上に表示されたアイコン、メニュー等をユーザが選択するといったユーザからの指示により、軌跡タイプ判定処理プログラムをメモリ202に読み出す。プロセッサ203は、メモリ202に読み出された軌跡タイプ判定処理プログラムを実行する。軌跡タイプ判定処理について、図9に示したフローチャートを参照しつつ、以下に説明する。

【0038】

図3に示した運動支援装置2の判定部245は、端末1から軌跡データ取得部241を介して新たに取得した腕振り軌跡データ群のうち、一回転分の腕振り軌跡データEを取得する(ステップS20)。続いて、判定部245は、記憶部23に記憶されたクラスタリングデータ231から、意味づけされたD個のクラスタを取得する(ステップS21)。

【0039】

判定部245は、一回転分の腕振り軌跡データEとD個のクラスタそれぞれとのプロクラステス距離を求める(ステップS22)。判定部245は、一番プロクラステス距離の近いクラスタを、腕振りタイプとして判定する(ステップS23)。判定部245は、求めた一番プロクラステス距離の近いクラスタの名称を、表示部21に表示させる(ステップS24)。

【0040】

以上のように、本実施の形態に係る運動支援装置2によれば、取得した複数の被験者の腕振り軌跡データをクラスタリングしてクラスタリングデータを生成することができるため、ユーザの腕振りタイプを分類することができる。

【0041】

また、本実施の形態に係る運動支援装置2において、ユーザの腕振りタイプの一貫性、時間経過による腕振りタイプの変化等から、腕振りの安定性、例えば、ユーザの走行場所の気温変化、ユーザの疲労等による時間経過状態変化を検知してもよい。

【0042】

(変形例)

なお、本発明は、上記実施の形態に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない部分での種々の修正は勿論可能である。

【0043】

上記実施の形態では、腕振り軌跡データ群Aを端末1に含まれる加速度センサ、ジャイロセンサ等で取得されたデータに基づいて、腕振り軌跡データ群Aを生成するものとした。これに限らず、モーションキャプチャーのマーカー座標のデータからユーザの姿勢推定をして求めた3次元セグメントデータ等に基づいて生成してもよい。なお、端末1、モーションキャプチャーは、特許請求の範囲における外部機器の一例である。

【0044】

10

20

30

40

50

また、本実施の形態では、クラスタリングデータを、端末1で複数人の被験者から取得した腕振り軌跡データ群から生成した。これに限らず、例えば、シミュレーションモデル、著名な陸上選手等の腕振り軌跡データ群からクラスタリングデータを生成してもよい。

【0045】

また、本実施の形態では、運動支援装置2は、端末1で複数人の被験者から取得した腕振り軌跡データ群をクラスタリングしてクラスタリングデータを生成することと、端末1で新たに取得したユーザの腕振り軌跡データと生成したクラスタリングデータとを比較して求めた類似するクラスタに基づいて、腕振りタイプを判定することができる装置として構成した。しかしながら、端末1で複数人の被験者から取得した腕振り軌跡データ群をクラスタリングしてクラスタリングデータを生成するクラスタリングデータ生成装置と、クラスタリングデータ生成装置が生成したクラスタリングデータを記憶しておき、端末1で新たに取得したユーザの腕振り軌跡データと記憶されているクラスタリングデータとを比較して求めた類似するクラスタに基づいて、腕振りタイプを判定することができる腕振りタイプ判定装置と、からなる運動支援システムとして構成してもよい。

10

【0046】

また、本実施の形態における軌跡クラスタリング処理プログラム、軌跡タイプ判定処理プログラムの適用方法は任意である。例えば、軌跡クラスタリング処理プログラム、軌跡タイプ判定処理プログラムを、フレキシブルディスク、CD (Compact Disc) - ROM、DVD (Digital Versatile Disc) - ROM、メモリカード等のコンピュータ読み取り可能な記憶媒体に格納して適用できる。さらに、表示制御処理プログラムを搬送波に重畳し、インターネットなどの通信媒体を介して適用することもできる。例えば、通信ネットワーク上の掲示板 (BBS: Bulletin Board System) にプログラムを掲示して配信してもよい。そして、表示制御処理プログラムを起動し、OS (Operating System) の制御下で、他のアプリケーションプログラムと同様に実行することにより、上記の処理を実行できるように構成してもよい。

20

【0047】

以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明は係る特定の実施形態に限定されるものではなく、本発明には、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲とが含まれる。以下に、本願出願の当初の特許請求の範囲に記載された発明を付記する。

30

【0048】

(付記)

(付記1)

外部機器から複数人の被験者の腕振り軌跡データ群を取得する軌跡データ取得部と、取得した前記腕振り軌跡データ群を予め定められたサンプル数でリサンプリングするデータリサンプリング部と、

リサンプリングされた前記腕振り軌跡データ群のうち、点同士の対応がとれた2つの点群間の最小の距離に基づいて距離行列を生成する距離行列生成部と、

前記距離行列に含まれる値をある数のクラスタに分類したクラスタリングデータを生成するクラスタリング部と、

を備える、運動支援装置。

40

【0049】

(付記2)

前記クラスタリング部は、分類した各クラスタに名称を付ける、

付記1に記載の運動支援装置。

【0050】

(付記3)

運動支援装置は、前記外部機器から新たに取得したユーザの腕振り軌跡データと、前記クラスタリングデータとを比較し類似するクラスタを求め、求めた前記類似するクラスタに基づいて腕振りタイプを判定する判定部をさらに備える、

50

付記 1 または 2 に記載の運動支援装置。

【 0 0 5 1 】

(付記 4)

表示部をさらに備え、
前記判定部は、判定した前記腕振りタイプを前記表示部に表示させる、
付記 3 に記載の運動支援装置。

【 0 0 5 2 】

(付記 5)

入力操作部をさらに備え、
前記クラスタリング部は、前記入力操作部からユーザが入力した名称を各クラスタに付
ける、

10

付記 1 から 4 の何れか一つに記載の運動支援装置。

【 0 0 5 3 】

(付記 6)

前記外部機器は、前記腕振り軌跡データを取得することができる各種センサを備える端
末である、

付記 1 から 5 の何れか一つに記載の運動支援装置。

【 0 0 5 4 】

(付記 7)

運動支援装置において実行される運動支援方法であって、
複数人の被験者の腕振り軌跡データ群を取得し、
取得した前記腕振り軌跡データ群を予め定められたサンプル数でリサンプリングし、
リサンプリングされた前記腕振り軌跡データ群のうち、点同士の対応がとれた 2 つの点
群間の最小の距離に基づいて距離行列を生成し、
前記距離行列に含まれる値をある数のクラスタに分類したクラスタリングデータを生成
する、
運動支援方法。

20

【 0 0 5 5 】

(付記 8)

コンピュータに、
複数人の被験者の腕振り軌跡データ群を取得する処理、
取得した前記腕振り軌跡データ群を予め定められたサンプル数でリサンプリングする処
理、
リサンプリングされた前記腕振り軌跡データ群のうち、点同士の対応がとれた 2 つの点
群間の最小の距離に基づいて距離行列を生成する処理、
前記距離行列に含まれる値をある数のクラスタに分類したクラスタリングデータを生成
する処理、
を実行させるためのプログラム。

30

【符号の説明】

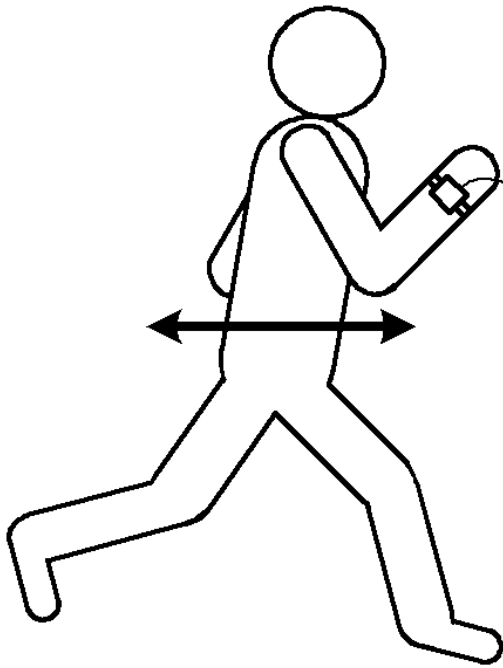
【 0 0 5 6 】

1 ... 端末、 2 ... 運動支援装置、 2 1 ... 表示部、 2 2 ... 入力操作部、 2 3 ... 記憶部、 2 4
... 制御部、 1 0 0 ... 運動支援システム、 2 0 2 ... メモリ、 2 0 3 ... プロセッサ、 2 0 6 ...
表示用処理部、 2 0 7 ... I / O ポート、 2 0 8 ... 内部バス、 2 3 1 ... クラスタリングデー
タ、 2 4 1 ... 軌跡データ取得部、 2 4 2 ... データリサンプリング部、 2 4 3 ... 距離行列生
成部、 2 4 4 ... クラスタリング部、 2 4 5 ... 判定部

40

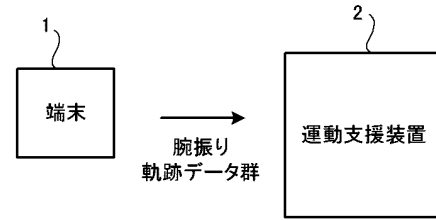
【図面】

【図 1】



【図 2】

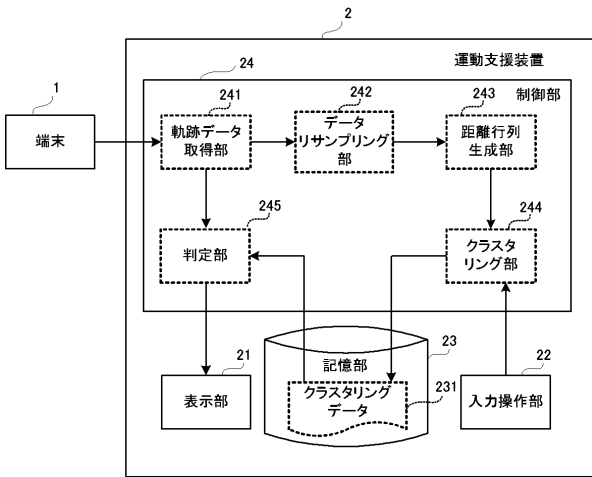
100



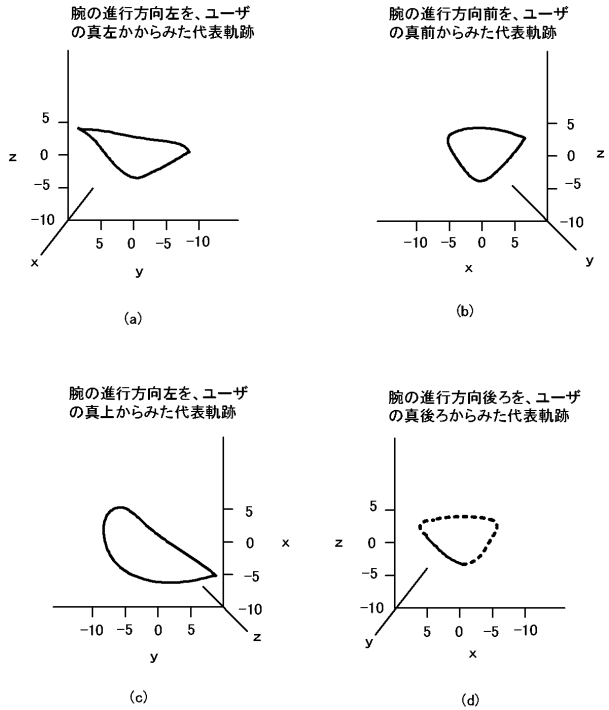
10

20

【図 3】



【図 4】

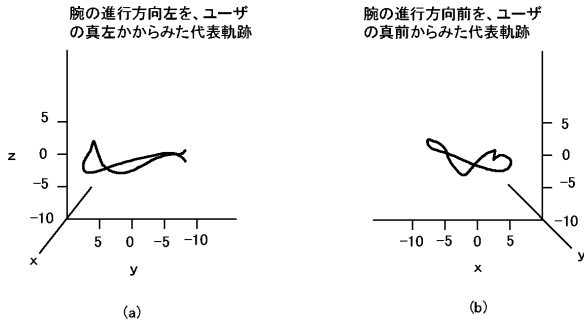


30

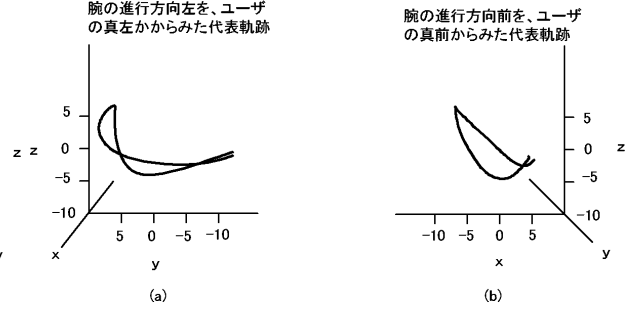
40

50

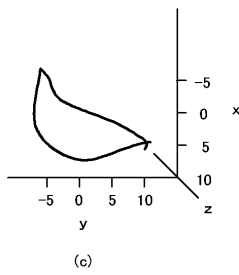
【図5】



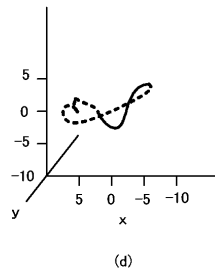
【図6】



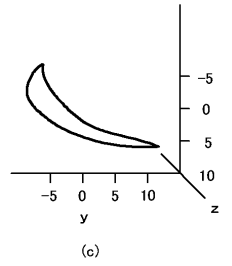
腕の進行方向左を、ユーザの真上からみた代表軌跡



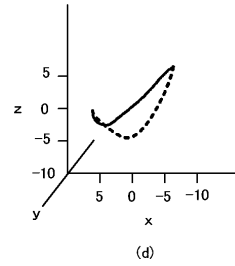
腕の進行方向後ろを、ユーザの真後ろからみた代表軌跡



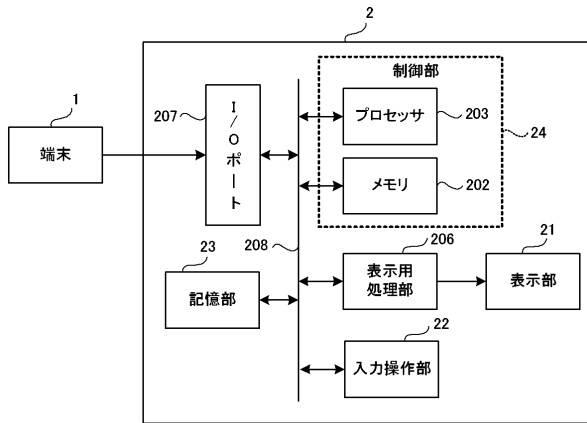
腕の進行方向左を、ユーザの真上からみた代表軌跡



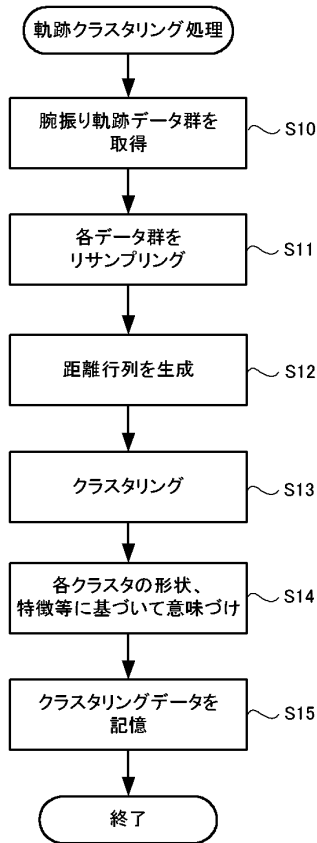
腕の進行方向後ろを、ユーザの真後ろからみた代表軌跡



【図7】



【図8】



10

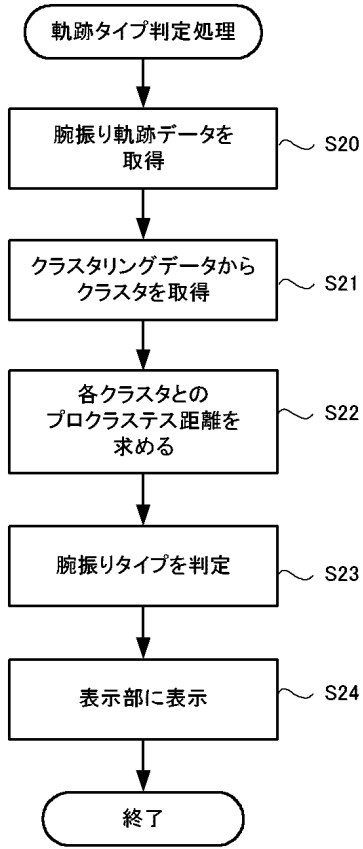
20

30

40

50

【図 9】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2017-077403 (JP, A)
特開 2019-170631 (JP, A)
特開 2013-143996 (JP, A)
特開 2013-092911 (JP, A)
特表 2019-534721 (JP, A)
特開 2018-075377 (JP, A)
特開 2016-097228 (JP, A)
特許第 7047990 (JP, B1)
特開 2020-178779 (JP, A)
名古屋大学 黒田 昇、山本 康高、吉川 大弘、古橋 武, プロクラステス分析を基準とするクラスタリング手法の提案, 21st Fuzzy System Symposium [online], 日本, 2005年09月07日, https://www.jstage.jst.go.jp/article/fss/21/0/21_0_221/_pdf/-char/ja, [検索日: 2023年01月25日]
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
A 63 B 69 / 00 - 69 / 40
A 63 B 71 / 00 - 71 / 16
A 61 B 5 / 06 - 5 / 22