

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2018年5月24日(24.05.2018)

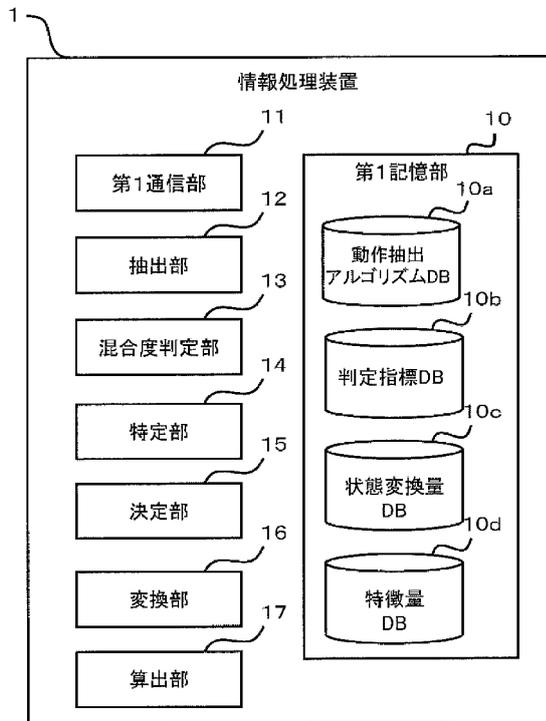


(10) 国際公開番号
WO 2018/092219 A1

- (51) 国際特許分類:
A61B 5/11 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/083996
- (22) 国際出願日: 2016年11月16日(16.11.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 富士通株式会社 (FUJITSU LIMITED) [JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 笹本 勇輝 (SASAMOTO, Yuki); 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 大菅 義之 (OSUGA, Yoshiyuki); 〒1020084 東京都千代田区二番町8番地20二番町ビル3F Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,

(54) Title: INFORMATION PROCESSING SYSTEM, INFORMATION PROCESSING DEVICE, INFORMATION PROCESSING METHOD AND INFORMATION PROCESSING PROGRAM

(54) 発明の名称: 情報処理システム、情報処理装置、情報処理方法および情報処理プログラム



- 1 Information processing device
- 10 First storage unit
- 10a Motion extraction algorithm DB
- 10b Determination index DB
- 10c State conversion amount DB
- 10d Feature amount DB
- 11 First communication unit
- 12 Extraction unit
- 13 Mixing degree determination unit
- 14 Specifying unit
- 15 Determination unit
- 16 Conversion unit
- 17 Calculation unit

(57) Abstract: This information processing system is provided with: a sensor which measures a motion; and an information processing device which receives, from the sensor, motion data about the motion. The information processing device includes: a specifying unit which specifies, on the basis of the motion data, one or a plurality of motion directions in which a first motion feature amount is equal to or greater than a first criterion; and a determination unit which determines,



WO 2018/092219 A1

HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

by using the specified direction, a parameter which is used for the conversion of the motion data and of which a second motion feature amount in the direction after the conversion is equal to or greater than a second criterion.

(57) 要約 : 情報処理システムは、動作を測定するセンサと、前記センサから前記動作に関する動作データを受信する情報処理装置と、を備え、前記情報処理装置は、前記動作データに基づいて、第1の動作特徴量が第1基準以上となる1または複数の動作方向を特定する特定部と、前記特定された方向を用いて、変換後の前記方向での第2の動作特徴量が第2基準以上となる、前記動作データの変換に用いられるパラメータを決定する決定部と、を含む。

明 細 書

発明の名称：

情報処理システム、情報処理装置、情報処理方法および情報処理プログラム

技術分野

[0001] 本発明は、情報処理システム、情報処理装置、情報処理方法および情報処理プログラムに関する。

背景技術

[0002] 例えば、病院内のみで行われていた患者に対するケアが、患者宅や各地域の介護施設等で行われることが増加している。また、患者に対するケアを行う担当者は、患者が自宅や介護施設等にいる場合でも、患者の状態やその経過（変化）を把握できることが求められている。

[0003] 関連する技術として、体参照システムと方向検知ユニットに係る参照システムとの間の変換関係を決定することにより体に関してデバイスの相対的な方向を決定する技術が提案されている（例えば、特許文献1を参照）。行動検知装置の中心点を中心とした回転角の検出を行い、検出結果に基づいて加速度データの補正を行う技術が提案されている（例えば、特許文献2を参照）。加速度ベクトルデータから計算される前方向のベクトルの大きさの総和と後方向のベクトルの大きさの総和の差異に基づいて歩様バランスを判定する技術が提案されている（例えば、特許文献3を参照）。

[0004] また、関連する技術として、ジャイロセンサを用いて歩行検知し、歩行速度や歩幅などを定量化する技術が提案されている（例えば、非特許文献1を参照）。また、加速度センサ、ジャイロセンサを用いて着席、起立を検知する技術が提案されている（例えば、非特許文献2を参照）。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特表2013-532539号公報

特許文献2：特開2005-172625号公報

特許文献3：国際公開第2007/052631号

非特許文献

[0006] 非特許文献1：Fraccaro et al., “Real-world Gyroscope-based Gait Event Detection and Gait Feature Extraction”. eTELEMED 2014

非特許文献2：Van Lummel et al., “Automated approach for quantifying the repeated sit-to-stand using one body fixed sensor in young and older adults”. Gait & Posture. Vol.38, pp.153-156, 2013

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 例えば、装着型のモーションセンサを用いて計測対象者（例えば、患者）の動作を検知し、検知された動作を定量化することが考えられる。しかし、上記のモーションセンサの装着位置が想定された位置からずれている場合、動作を定量化する精度が低下する。

[0008] 1つの側面として、本発明は、動作の定量化の精度低下を抑制することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 1つの態様では、動作を測定するセンサと、前記センサから前記動作に関する動作データを受信する情報処理装置と、を備え、前記情報処理装置は、前記動作データに基づいて、第1の動作特徴量が第1基準以上となる1または複数の動作方向を特定する特定部と、前記特定された方向を用いて、変換後の前記方向での第2の動作特徴量が第2基準以上となる、前記動作データの変換に用いられるパラメータを決定する決定部と、を含む、ことを特徴とする情報処理システム。

発明の効果

[0010] 1つの側面によれば、動作の定量化の精度低下を抑制することができる。

図面の簡単な説明

- [0011] [図1]各軸の方向を示す図である。
- [図2]実施形態のシステムの全体構成の一例を示す図である。
- [図3]歩行時の動作データの例である。
- [図4]第2の実施形態の情報処理装置の一例を示す図である。
- [図5]データ取得装置の一例を示す図である。
- [図6]実施形態の処理の流れの一例を示すフローチャートである。
- [図7]歩行時の動作データにおける動作区間の例を示す図である。
- [図8]混合度の判定結果の例を示す図である。
- [図9]動作変換前後の動作データの例を示す図である。
- [図10]動作変換前後の動作データの例を示す図である。
- [図11]動作変換前後の動作データの例を示す図である。
- [図12]第2の実施形態の情報処理装置の一例を示す図である。
- [図13]第2の実施形態の情報処理装置の流れの一例を示すフローチャート（その1）である。
- [図14]第2の実施形態の情報処理装置の流れの一例を示すフローチャート（その2）である。
- [図15]センサが固定されている場合と固定されていない場合の歩行時の動作データの例を示す。
- [図16]装着位置が徐々に変化する場合の脚の動作データの例を示す図である。
- [図17]装着位置が徐々に変化する場合の混合度の変化の例を示す図である。
- [図18]歩行中に後ろ向きに歩く動作が含まれる場合の動作データの例を示す図である。
- [図19]変換パラメータが局所解となる場合の変換前後の動作データを示す図である。
- [図20]異常な動作を含む動作データの区間分離を示す図である。
- [図21]複数の動作区間における変換後の方向転換の動作データの例を示す図である。

[図22]方向転換の変換後の動作データを示す図である。

[図23]脚の回転方向を示す図である。

[図24]第1の実施例における抽出部が取得した各センサからの動作データである。

[図25]動作抽出アルゴリズムの例を示す図である。

[図26]抽出された動作区間の例を示す図である。

[図27]混合度の判定指標の例を示す図である。

[図28]状態変換量DBに記憶される情報の例を示す図である。

[図29]第1の実施例における変換前後の動作データの例を示す図である。

[図30]特徴量DBに記憶される歩行に関する動作特徴量の例を示す図である。

[図31]第2の実施例における抽出部12が取得した各センサ4からの動作データである。

[図32]第2の実施例における変換前後の動作データの例を示す図である。

[図33]特徴量DBに記憶される方向転換に関する動作特徴量の例を示す図である。

[図34]情報処理装置のハードウェア構成の一例を説明する。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、図面を参照して、実施形態について説明する。本実施形態の説明に用いる各軸について説明する。図1は、計測対象者を基準とした各軸の方向を示す図である。本実施形態の説明は、図1に示す軸に基づいて行われる。計測対象者は、例えば、患者や介護対象者等である。

[0013] 前額面は、計測対象者の体を腹側と背側に分割する任意の平面である。水平面は、重力方向に垂直な平面である。矢状面は、計測対象者の体の正中を通り、体を左右に分ける面と平行な面である。

[0014] 前額-水平軸は、矢状面に対して直交する軸である。矢状-水平軸は、前額面に対して直交する軸である。垂直軸は、水平面に対して直交する軸である。

[0015] なお、図1では、各軸が交わる原点は体の中心付近にあるが、原点の位置は図1に示す位置には限られない。例えば、歩行を示す動作データを取得する場合、原点の位置は足元付近となる。

[0016] 本実施形態の説明において、前額－水平軸を中心とした回転方向の動作データを $X'(t)$ とする。垂直軸を中心とした回転方向の動作データを $Y'(t)$ とする。矢状－水平軸を中心とした回転方向の動作データを $Z'(t)$ とする。

[0017] なお、本実施形態における動作データは、各軸を中心とした回転方向の単位時間毎の角速度を示す。本実施形態の説明において、動作データの方角を区別しない場合、単に動作データと記載する。動作データは、角速度以外のデータ（例えば、速度）であってもよい。

[0018] <実施形態のシステムの全体構成の一例>

図2は、実施形態のシステムの全体構成の一例を示す。図2の例に示されるように、情報処理装置1は、ネットワーク2を介して、複数の中継装置3に接続される。中継装置3は、複数のセンサ4に接続される。中継装置3およびセンサ4は1つであってもよい。

[0019] 情報処理装置1は、センサ4が測定した動作を示すデータ（以下、動作データと称する）をネットワーク2、中継装置3、を介して取得する。情報処理装置1は、例えば、病院に設置される。情報処理装置1は、コンピュータの一例である。

[0020] ネットワーク2は、例えば、広域通信網であり、情報処理装置1と中継装置3との間の通信に用いられる。

[0021] 中継装置3は、例えば、患者の自宅や介護施設等に設置される。中継装置3は、ネットワーク2とセンサ4との間の通信を中継する。

[0022] センサ4は、例えば、動きを測定するモーションセンサであり、計測対象者の手や足等に装着される。センサ4は、例えば、角速度を測定するジャイロセンサ、または加速度センサ等の慣性センサである。センサ4は、複数の種類のセンサを含んでもよい。

- [0023] 本実施形態のシステムは図2に示す構成に限られない。実施形態のシステムは、例えば、中継装置3を含まなくてもよい。その場合、例えば、情報処理装置1がネットワーク2を介して、センサ4から動作データを取得してもよい。
- [0024] また、本実施形態のシステムは、センサ4から動作データを受信し、受信した動作データを中継装置3に送信する装置（例えば、サーバ）を含んでもよい。
- [0025] 実施形態の情報処理装置1は、センサ4が計測対象者の特定の位置に装着されたことを想定し、特定の種類の動作に対応したアルゴリズムを用いて、動作を定量化する。
- [0026] 例えば、動作種類が歩行である場合、歩行中の前額－水平軸方向における回転速度を測定することにより、踏み出し、着地、離地の速度、タイミングなどを定量化することができる。また、動作種類が起立である場合、起立時の前額－水平軸方向における回転速度、加速度変化を測定することにより、前傾する時の速度、タイミング、姿勢変化などを定量化することができる。
- [0027] しかし、センサ4が特定の位置に装着されたことを想定して動作を定量化する場合、センサ4の装着位置が想定された位置（正常な位置：正常位置）からずれると、動作の定量化精度が低下する場合がある。
- [0028] 例えば、センサ4の初期的な装着位置（初期装着位置）が、想定された位置からずれると、動作の定量化精度が低下する。また、センサ4を装着した計測対象者の動きによって、センサ4の装着位置が想定された位置からずれることもある。この場合も、動作の定量化精度が低下する。
- [0029] 図3は、歩行時の動作データの例である。図3（a）は、センサ4が、計測対象者の脚の正常位置に装着されている場合の歩行時の代表方向の動作データである。図3（b）は、センサ4が正常位置に装着されていない場合の代表方向の動作データである。
- [0030] なお、代表方向は、図1に示すいずれかの軸の回転方向である。代表方向は、複数方向毎の動作データを検出する場合、動作データの動作特徴量が所

定基準（第1基準）以上である方向を示す。第1基準は任意に設定されてよい。

[0031] 代表方向は1つとは限らず、2つ以上であってもよい。代表方向の特定に用いられる動作特徴量は、例えば、動作データの時間変化量の値である。代表方向の特定に用いられる動作特徴量は、例えば、該時間変化量の、絶対値、ピーク値、またはピーク区間の面積であってもよい。

[0032] 動作種類が歩行である場合、通常、代表方向は前額－水平軸の回転方向となる。センサ4が正常位置に装着されていない場合、センサ4が正常に装着されている場合と比べて、前額－水平軸の角速度が低くなる。そのため、図3に示す例では、図3（a）の動作データに比べて、図3（b）の動作データの方が、角速度が低い。

[0033] 一方、センサ4が正常位置に装着されているか否かにかかわらず、センサ4を装着した計測対象者の動作自体は変わらない。例えば、センサ4が正常位置に装着されているか否かにかかわらず、通常、計測対象者は、歩行時は脚を回転させながら前に移動する。また、計測対象者は、方向転換時は脚を回転させながら体を旋回させる。よって、歩行の場合、前額－水平軸の回転方向の動作量が大きくなる特性がある。

[0034] 動作量は、例えば、センサ4の出力値の、所定区間における絶対値の合計値（積分値）である。

[0035] また、例えば、動作種類が歩行であれば前額－水平軸の回転方向への回転が生じるという方向性がある。また、動作が方向転換であれば垂直軸の方向への回転が生じるという特性がある。

[0036] <第1の実施形態の情報処理装置の一例>

図4は、第1の実施形態の情報処理装置の一例を示す図である。情報処理装置1は、第1記憶部10と、第1通信部11と、抽出部12と、混合度判定部13と、特定部14と、決定部15と、変換部16と、算出部17とを含む。

[0037] 第1記憶部10は、動作抽出アルゴリズムData Base（DB）10

aと、判定指標DB10bと、状態変換量DB10cと、特徴量DB10dとを含む。

[0038] 第1通信部11は、センサ4から送信された、動作に関する動作データを受信する。

抽出部12は、センサ4から、第1通信部11を介して動作データを取得し、動作データの動作特徴量が閾値以上となる区間の動作データを抽出することにより動作データのうち検出対象の動作を示す区間のデータを抽出する。

[0039] 混合度判定部13は、動作データに基づいて、動作の代表方向の数を示す混合度を判定する。混合度判定部13は、例えば、3次元の各方向における動作データのばらつきに基づいて混合度を判定する。

[0040] 特定部14は、動作データに基づいて、動作特徴量（第1の動作特徴量）が第1基準以上となる1または複数の動きの方向（代表方向）を特定する。特定部14は、動作特徴量が最大となる1または複数の代表方向を特定することが好ましい。特定部14は、例えば、動作データを回轉變換させたデータの各方向の動作特徴量の大きさに基づいて、混合度と同数の代表方向を特定する。

[0041] 決定部15は、特定部14により特定された代表方向における動作特徴量（第2の動作特徴量）に基づいて、動作データの変換に用いられるパラメータを決定する。決定部15は、例えば、特定された代表方向を用いて、特定部14が特定した代表方向における変換後の動作特徴量が所定基準（第2基準）以上となるように、動作データの変換に用いられるパラメータを決定する。決定部15は、例えば、上記の動作特徴量が最大となるように、動作データの変換に用いられるパラメータを決定することが好ましい。

[0042] 変換部16は、決定部15により決定されたパラメータを用いて動作データを変換する。

[0043] 算出部17は、変換部16が変換した動作データに基づいて、動作種類を特定し、動作の特徴量を算出（定量化）する。

[0044] <センサの一例>

図5は、センサ4の一例を示す図である。センサ4は、第2通信部41と、動作測定部42と、第2記憶部45とを含む。第2記憶部45は、動作情報DB45aを含む。

[0045] 第2通信部41は、情報処理装置1に動作データを送信する。動作測定部42は、動作を測定して、動作を示す動作データを動作情報DB45aに記憶させる。動作情報DB45aは、動作測定部42が生成した動作データを記憶する。

[0046] センサ4は、例えば、動作データを一時的に動作情報DB45aに記憶させ、中継装置3、ネットワーク2を介して定期的に情報処理装置1に送信する。

[0047] <第1の実施形態の処理の流れの一例>

図6は、第1の実施形態の処理の流れの一例を示すフローチャートである。第1通信部11は、センサ4が測定した動作を示す動作データを受信する（ステップS101）。

[0048] 抽出部12は、受信した動作データから検出対象の動作を示す動作区間のデータを抽出する（ステップS102）。予め指定された動作種類が設定されている場合、抽出部12は、上記の区間のデータを抽出する前に、動作抽出アルゴリズムDB10aから、予め指定された動作種類のデータから動作区間を抽出するためのアルゴリズムを取得する。本実施形態では、予め「歩行」という動作種類がユーザから指定されていたとする。

[0049] 抽出部12は、例えば、各方向の動作データの動作特徴量を所定区間毎に算出し、動作特徴量が上記アルゴリズムに含まれる閾値（抽出閾値）を超えている区間のデータを抽出する。ステップS102で用いる動作特徴量は、例えば、各方向の動作データの合成値、最大値、最小値、または平均値である。

[0050] 動作データの合成値は、例えば、以下の式（1）のように表される。式（1）において、 $X(t)$ 、 $Y(t)$ 、 $Z(t)$ は、動作データの各方向の動

作量を示す。S (t) は、X (t) 、 Y (t) 、 Z (t) の合成値を示す。

[0051] [数1]

$$S(t) = \sqrt{(x(t))^2 + (y(t))^2 + (z(t))^2} \cdots (1)$$

[0052] 抽出部12は、例えば、各方向の動作データの動作特徴量の分散値、周期、またはピーク値がアルゴリズムに含まれる抽出閾値を超えている区間を抽出してもよい。

[0053] アルゴリズムは、例えば、特定の動作パターンを含んでいてもよい。そして、抽出部12は、例えば、取得した動作データと特定の動作データパターンとを比較して差異が所定値以内である区間のデータを抽出してもよい。

[0054] 予め指定された動作種類が設定されていない場合、抽出部12は、動作特徴量、または動作特徴量の分散値、周期、もしくはピーク値が動作種類に依らない抽出閾値を超えている区間のデータを抽出してもよい。

[0055] 図7は、動作区間の抽出例を示す図である。図7(a)は、直進歩行の動作データの合成値を示す。図7(b)は、方向転換の動作データの合成値を示す。図7に示すように、対象となる動作が行われたと判定された区間(動作区間)が、抽出部12より特定される。

[0056] 図6に示されるように、情報処理装置1は、ステップS102で抽出した動作区間毎の繰り返し処理を開始する(ステップS103)。ステップS103において、Nを動作区間数とすると、各動作区間i(i=1~N)について繰り返し処理が行われる。なお、Nおよびiは、自然数である。

[0057] 混合度判定部13は、動作区間iについて、動作の代表方向の数を示す混合度を判定する(ステップS104)。混合度判定部13は、例えば、混合度の判定指標を含む判定指標DB10bから、対象の動作種類に対応する判定指標を取得し、判定指標に基づいて混合度を判定する。混合度判定部13は、例えば、主成分分析を用いることにより、3次元の各方向における動作データのばらつきに基づいて混合度を判定する。

[0058] ステップS104において、混合度判定部13は、例えば、対象区間の動作データについて、主成分分析を行い、生成された軸の累積寄与率を算出し

てもよい。そして、混合度判定部13は、累積寄与率が所定の閾値（累積寄与率閾値）（例えば、0.9）以上である軸の数のうち、最も少ない軸の数を混合度に用いる。累積寄与率閾値は、判定指標DB10bに記憶された判定指標に含まれる。

[0059] 図8は、混合度の判定結果の例を示す図である。図8(a)に示す例（第1の例）は、直進歩行する動作について、主成分分析により作成された軸の数と、累積寄与率とを示している。図8(a)に示す例は、全ての軸数において累積寄与率が累積寄与率閾値（0.9）を超えている。そのため、混合度判定部13は、累積寄与率が累積寄与率閾値を超えた軸の数のうち最も少ない軸の数である「1」を混合度に用いる。

[0060] 例えば、直進歩行する場合、脚を前に回転させる動作が主体であるため、前額-水平軸の回転方向の動作量が大きく、前額-水平軸の回転方向が代表方向となる。一方、矢状-水平軸の回転方向と垂直軸の回転方向の動作量は少ない。すなわち、主成分分析において前額-水平軸の回転方向の寄与率及びばらつきは大きく、矢状-水平軸の回転方向と垂直軸の回転方向の寄与率及びばらつきは少ないので、上記の処理により混合度（代表方向の数）は、「1」となる。

[0061] 図8(b)に示す例（第2の例）は、方向転換を行った場合の動作データについて、主成分分析により作成された軸の数と、累積寄与率とを示している。図8(b)に示す例では、軸数が2の場合と3の場合とにおいて累積寄与率が累積寄与率閾値（0.9）を超えている。そのため、混合度判定部13は、累積寄与率が累積寄与率閾値を超えた軸の数のうち最も少ない軸の数である「2」を混合度に用いる。

[0062] 例えば、方向転換する場合、脚を前に回転させながら旋回するため、前額-水平軸の回転方向と垂直軸の回転方向の動作量が大きく、前額-水平軸の回転方向と垂直軸の回転方向が代表方向となる。一方、矢状-水平軸の回転方向の動作量は少ない。すなわち、主成分分析において前額-水平軸の回転方向と垂直軸の回転方向の寄与率及びばらつきは大きく、矢状-水平軸の回

転方向の寄与率及びばらつきは少ないので、上記の処理により混合度（代表方向の数）は、「2」となる。

[0063] 図8(c)に示す例（第3の例）は、螺旋階段での昇降を行った場合の動作データについて、主成分分析により作成された軸の数と、累積寄与率とを示している。図8(c)に示す例では、軸数が3の場合において累積寄与率が累積寄与率閾値（0.9）を超えている。そのため、混合度判定部13は、累積寄与率が累積寄与率閾値を超えた軸の数のうち最も少ない軸の数である「3」を混合度に用いる。

[0064] 例えば、螺旋階段を昇降する場合、脚を前に回転させながら旋回し、さらに上下方向への動作が発生する。よって、前額-水平軸の回転方向と垂直軸の回転方向と矢状-水平軸の回転方向の全ての動作量が大きく、全ての方向が代表方向となる。すなわち、主成分分析において全ての方向の寄与率が大いので、上記の処理により混合度（代表方向の数）は、「3」となる。

[0065] 図6に示されるように、特定部14は、混合度に基づいて動作特徴量が第1基準以上となる代表方向を特定する（ステップS105）。特定部14は、例えば、複数の方向のうち動作データの動作特徴量の大きさの順位が所定の順位以内となる代表方向を特定してもよい。または、第1基準は、例えば、所定の閾値（第1閾値）であってもよい。すなわち、特定部14は、複数方向のうち動作特徴量がより大きい方向を代表方向として特定する。第1基準は、予め設定可能である。

[0066] ステップS105において、特定部14は、例えば、混合度が1であれば、複数の方向のうち動作データの動作特徴量が最大となる1方向を代表方向であると特定する。特定部14は、例えば、混合度が2であれば、2方向の動作特徴量の合計のうち動作特徴量が最大となる2方向を代表方向であると特定する。特定部14は、例えば、混合度が3であれば、3方向全てを代表方向とする。

[0067] 特定部14は、動作種類が予め設定されている場合、動作種類に応じて代表方向を特定してもよい。例えば、特定部14は、動作種類が直進歩行であ

ると設定されていた場合、前額－水平軸の回転方向が代表方向であると特定する。また、例えば、特定部14は、動作種類が方向転換であると設定されていた場合、前額－水平軸の回転方向と垂直軸の回転方向が代表方向であると特定する。また、例えば、特定部14は、動作種類が螺旋階段の昇降であると設定されていた場合、全ての方向が代表方向であると特定する。

[0068] 決定部15は、例えば、代表方向における動作特徴量が第2基準以上（例えば、最大）となるように、動作データの変換に用いるパラメータ（変換パラメータ）を決定する（ステップS106）。

[0069] 決定部15は、例えば、複数の変換パラメータの候補を決定する。そして、決定部15は、決定した変換パラメータの候補を用いて動作データを変換し、変換後の動作データに用いた変換パラメータを代表方向における動作特徴量の大きい順に順位付けする。そして、決定部15は、例えば、順位が所定順位以内となる変換パラメータを変換に用いるパラメータに決定してもよい。または、第2基準は、例えば、所定の閾値（第2閾値）であってもよい。すなわち、決定部15は、代表方向の動作特徴量がより大きくなるように変換パラメータを決定する。なお、第2基準は、予め設定可能である。

[0070] ステップS106で用いられる動作特徴量は、例えば、動作データの時間変化量の値、または該時間変化量の値の絶対値、ピーク値、もしくはピーク区間の面積である。

[0071] 次に、特定部14及び決定部15の処理の具体例を説明する。変換後の動作データは、式(2)～(4)に示す $X'(t)$ 、 $Y'(t)$ 、 $Z'(t)$ により表される。式(2)～(4)に示す $X'(t)$ 、 $Y'(t)$ 、 $Z'(t)$ は、3軸の動作データ $X(t)$ 、 $Y(t)$ 、 $Z(t)$ を、変換パラメータ $\theta = (\alpha, \beta, \gamma)$ を用いて回転変換して得られた動作データである。

[0072] [数2]

$$\begin{aligned} X'(t) = & (\cos(\alpha) \cos(\beta) \cos(\gamma) - \sin(\alpha) \sin(\gamma))X(t) + \\ & (-\sin(\alpha) \cos(\gamma) - \cos(\alpha) \cos(\beta) \sin(\gamma))Y(t) + \cos(\alpha) \sin(\beta) Z(t) \\ & \dots(2) \end{aligned}$$

[0073] [数3]

$$Y'(t) = (\sin(\alpha) \cos(\beta) \cos(\gamma) + \cos(\alpha) \sin(\gamma))X(t) + (\cos(\alpha) \cos(\gamma) - \sin(\alpha) \cos(\beta) \sin(\gamma))Y(t) + \sin(\alpha) \sin(\beta) Z(t) \cdots (3)$$

[0074] [数4]

$$Z'(t) = -\sin(\beta) \cos(\gamma) X(t) + \sin(\beta) \sin(\gamma) Y(t) + \cos(\beta) Z(t) \cdots (4)$$

[0075] 特定部14は、例えば、混合度が1である場合、以下の(5)～(7)に示す動作特徴量の評価関数 $E_{11} \sim E_{13}$ を、それぞれ複数の変換パラメータの候補 $\theta = (\alpha, \beta, \gamma)$ に関して算出する。特定部14は、例えば、 $E_{11} \sim E_{13}$ のそれぞれの最大値を比較する。

[0076] [数5]

$$E_{11} = \sum_{t=1}^{T-1} |X'(t)| - \sum_{t=1}^{T-1} |Y'(t)| - \sum_{t=1}^{T-1} |Z'(t)| \cdots (5)$$

[0077] [数6]

$$E_{12} = \sum_{t=1}^{T-1} |Y'(t)| - \sum_{t=1}^{T-1} |X'(t)| - \sum_{t=1}^{T-1} |Z'(t)| \cdots (6)$$

[0078] [数7]

$$E_{13} = \sum_{t=1}^{T-1} |Z'(t)| - \sum_{t=1}^{T-1} |X'(t)| - \sum_{t=1}^{T-1} |Y'(t)| \cdots (7)$$

[0079] 特定部14は、評価関数 $E_{11} \sim E_{13}$ のそれぞれの最大値のうち、 E_{11} の最大値が最も大きい場合、 $X'(t)$ が代表方向の動作データであると特定する。決定部15は、その場合、 E_{11} が第2基準以上(例えば、最大)となる変換パラメータを変換に用いるパラメータに決定する。

[0080] 特定部14は、評価関数 $E_{11} \sim E_{13}$ のそれぞれの最大値のうち、 E_{12} の最大値が最も大きい場合、 $Y'(t)$ が代表方向の動作データであると決定す

る。その場合、決定部15は、 E_{12} が第2基準以上（例えば、最大）となる変換パラメータ $\theta = (\alpha, \beta, \gamma)$ を変換に用いるパラメータに決定する。

[0081] 特定部14は、評価関数 $E_{11} \sim E_{13}$ のそれぞれの最大値のうち、 E_{13} の最大値が最も大きい場合、 $Z'(t)$ が代表方向の動作データであると特定する。決定部15は、その場合、 E_{13} が第2基準以上（例えば、最大）となる変換パラメータ $\theta = (\alpha, \beta, \gamma)$ を変換に用いるパラメータに決定する。

[0082] また、特定部14は、例えば、混合度が2である場合、以下の(8)～(10)に示す評価値 $E_{21} \sim E_{23}$ を、それぞれ複数の変換パラメータ $\theta = (\alpha, \beta, \gamma)$ に関して算出する。

[0083] [数8]

$$E_{21} = \sum_{t=1}^{T-1} |X'(t)| + \sum_{t=1}^{T-1} |Y'(t)| - \sum_{t=1}^{T-1} |Z'(t)| \cdots (8)$$

[0084] [数9]

$$E_{22} = \sum_{t=1}^{T-1} |X'(t)| + \sum_{t=1}^{T-1} |Z'(t)| - \sum_{t=1}^{T-1} |Y'(t)| \cdots (9)$$

[0085] [数10]

$$E_{23} = \sum_{t=1}^{T-1} |Y'(t)| + \sum_{t=1}^{T-1} |Z'(t)| - \sum_{t=1}^{T-1} |X'(t)| \cdots (10)$$

[0086] 特定部14は、評価関数 $E_{21} \sim E_{23}$ のそれぞれの最大値のうち、 E_{21} の最大値が最も大きい場合、 $X'(t)$ および $Y'(t)$ が代表方向の動作データであると特定する。決定部15は、その場合、 E_{21} が第2基準以上（例えば、最大）となる変換パラメータを変換に用いるパラメータに決定する。

[0087] 特定部14は、評価関数 $E_{21} \sim E_{23}$ のそれぞれの最大値のうち、 E_{22} の最大値が最も大きい場合、 $X'(t)$ および $Z'(t)$ が代表方向の動作データであると特定する。その場合、決定部15は、 E_{22} が第2基準以上（例えば、最大）となる変換パラメータを変換に用いるパラメータに決定する。

[0088] 特定部 1 4 は、 $E_{21} \sim E_{23}$ のそれぞれの最大値のうち、 E_{23} の最大値が最も大きい場合、 $Y'(t)$ および $Z'(t)$ が代表方向の動作データであると特定する。決定部 1 5 は、その場合、 E_{23} が第 2 基準以上（例えば、最大）となる変換パラメータを変換に用いるパラメータに決定する。

[0089] また、特定部 1 4 は、例えば、混合度が 3 である場合、以下の (11) に示す評価値 E_3 を、複数の変換パラメータに関して算出する。

[0090] [数11]

$$E_3 = \sum_{t=1}^{T-1} |X'(t)| + \sum_{t=1}^{T-1} |Y'(t)| + \sum_{t=1}^{T-1} |Z'(t)| \cdots (11)$$

[0091] 特定部 1 4 は、混合度が 3 である場合、 $X'(t)$ 、 $Y'(t)$ および $Z'(t)$ が代表方向の動作データであると特定する。決定部 1 5 は、その場合、 E_3 が第 2 基準以上（例えば、最大）となる変換パラメータを変換に用いるパラメータに決定する。

[0092] 上記の例では、決定部 1 5 は、抽出部 1 2 が抽出した動作区間毎にパラメータを変換した。決定部 1 5 は、動作種類毎に変換パラメータを推定してもよい。決定部 1 5 は、例えば、動作種類に基づいて決定した期間（区間）毎に、特定された動作方向における第 2 の動作特徴量が第 2 基準以上となるパラメータを決定してもよい。動作種類は、例えば、歩行または方向転換であり、動作種類毎の動作パターンあるいは動作検知アルゴリズムやそのパラメータが予め第 1 記憶部 1 0 に記憶されているとする。そして、決定部 1 5 は、動作種類を、記憶された動作パターンとのマッチングに基づいて決定してもよいし、動作検知アルゴリズムを用いて決定してもよい。

[0093] また、決定部 1 5 は、混合度が共通または類似する動作毎に変換パラメータを決定してもよい。決定部 1 5 は、混合度に基づいて決定した期間（区間）毎に、特定された動作方向における動作特徴量が第 2 基準以上となる前記パラメータを決定してもよい。

[0094] 動作種類毎、または混合度が共通または類似する動作毎に変換パラメータ

を決定する場合であって、対象の動作データが複数の動作区間を含んでいる可能性がある。その場合、決定部15は、例えば、複数の区間における評価関数を加算あるいは平均した値が所定基準以上（例えば、最大）となるパラメータを変換に用いるパラメータに決定してもよい。

[0095] また、代表方向が予め設定されている場合、決定部15は、設定された代表方向における動作特徴量が第2基準以上（例えば、最大）となる変換パラメータを決定してもよい。例えば、動作が直進歩行である場合、代表方向が前額－水平軸の回転方向であることが推定できるため、代表方向が前額－水平軸の回転方向であることが予め設定される。代表方向が予め設定されている場合、決定部15は、例えば、設定された代表方向における動作特徴量が所定基準以上（例えば、最大）となる変換パラメータを決定してもよい。

[0096] 図9は、代表方向の数に応じた動作変換前後の動作データの例を示す図である。図9において、実線が変換後の動作データ $X'(t)$ 、 $Y'(t)$ 、 $Z'(t)$ を示し、点線が変換前の動作データ $X(t)$ 、 $Y(t)$ 、 $Z(t)$ を示す。

[0097] 図9(a)は、代表方向が1方向であり、 $X'(t)$ が代表方向である場合の動作変換の例を示す。図9(a)に示す例では、 $X(t)$ は増加するように変換され、 $Y(t)$ および $Z(t)$ が減少するように変換される。

[0098] 図9(b)は、代表方向が2方向であり、 $X'(t)$ および $Y'(t)$ が代表方向である場合の動作変換の例を示す。図9(b)に示す例では、 $X(t)$ および $Y(t)$ は増加するように変換され、 $Z(t)$ が減少するように変換される。

[0099] 図9(c)は、代表方向が3方向であり、 $X'(t)$ 、 $Y'(t)$ および $Z'(t)$ が代表方向である場合の動作変換の例を示す。図9(c)に示す例では、 $X(t)$ 、 $Y(t)$ および $Z(t)$ は増加するように変換される。

[0100] 次に、変換部16は、決定部15が決定した変換パラメータを用いて、動作データを変換する（ステップS107）。例えば、変換部16は、決定部15が決定した変換パラメータ $\theta = (\alpha, \beta, \gamma)$ を式(2)～(4)にそ

れぞれ代入する。そして、代入後の $X'(t)$ 、 $Y'(t)$ および $Z'(t)$ が変換後の動作データとなる。

[0101] 変換部16は、変換パラメータが既知である場合、既知の変換パラメータを用いて、動作データを変換してもよい。または、変換部16は、既知の変換パラメータと決定した変換パラメータを比較していずれかを選択してもよい。

[0102] 変換部16は、例えば、センサ4の装着位置のずれが既知である場合に、装着位置に基づいて過去に算出した変換パラメータから変換パラメータを選択してもよい。または、変換部16は、装着者の癖に基づく動作や異常動作が既知である場合に、想定されるセンサ4の装着位置に基づいて過去に算出した変換パラメータから変換パラメータを選択してもよい。

[0103] 図6に示されるように、情報処理装置1は、全ての動作区間に関してステップS104～S107の処理を完了した場合に、繰り返し処理を終了する(ステップS108)。

[0104] 図10は、動作変換前後の動作データの例を示す図である。図10(a)～(c)は、1つの代表方向を含む3方向の動作データのうち、代表方向における動作データを示す。図10(a)は、センサ4を正常位置に装着した場合の動作データである。図10(b)は、センサ4を正常ではない位置(回転ずれた位置)に装着した場合の動作データである。図10(c)は、図10(b)の動作データを変換した動作データである。

[0105] 図10(b)に示す動作データは、センサ4が正常に装着されていないため、代表方向の動作データにおける動作量が図10(a)における動作データと比べて小さい。一方、図10(c)に示すデータは、図10(b)に示す動作データより動作量が大きく、図10(a)における動作データに近いデータとなる。図10(c)に示すデータは、変換後の代表方向の動作特徴量が最大となる変換パラメータを用いて変換が行われたからである。

[0106] 図11は、動作変換前後の動作データの比較例を示す図である。図11(a)は、代表方向の動作データの一部を示す。図11(a)は、センサ4を

正常位置に装着した場合の代表方向の動作データと、センサ４を正常ではない位置（回転ずれた位置）に装着した場合の変換前と変換後の代表方向の動作データとを示す。

[0107] 図１１（a）に示すように、変換後の代表方向の動作データは、センサ４を正常位置に装着した場合の代表方向の動作データに近いデータとなる。

[0108] 図１１（b）は、代表方向以外の動作データの一部を示す。図１１（b）は、センサ４を正常位置に装着した場合の代表方向以外の動作データと、センサ４を正常ではない位置（回転ずれた位置）に装着した場合の変換前と変換後の代表方向以外の動作データとを示す。

[0109] 代表方向以外の動作データは、図１１（b）の例に示すように、センサ４を正常でない位置に装着した場合に、正常な位置に装着した場合と比べて動作量が多い場合がある。一方、変換後の動作データは、正常な位置に装着した場合の動作データに近いデータとなる。

[0110] 次に、算出部１７は、変換された動作データを用いて、特徴量を算出する（ステップＳ１０９）。算出部１７は、変換された動作データを用いて、動作種類（例えば、歩行、方向転換等）を特定してもよい。算出部１７は、例えば、変換後の動作データと、予め記憶された各動作種類のパターンとを比較することにより、動作種類を特定してもよい。算出部１７は、既に動作種類が設定されている場合、その動作種類を定量化に用いてもよい。

[0111] また、算出部１７は、例えば、動作種類が歩行である場合、歩行速度、歩幅などの特徴量を算出（定量化）する。また、算出部１７は、例えば、動作種類が方向転換である場合、回転方向、回転量（角度）などの特徴量を算出する。

[0112] 以上により、本実施形態の情報処理装置１は、変換後の代表方向の動作特徴量が所定基準以上（例えば、最大）となる、変換パラメータを決定し、動作データを変換する。そして、図１０、１１に示すように、変換後の代表方向の動作特徴量が増加することにより、正常位置に装着されていた場合の動作データに近い動作データを得ることができる。

[0113] そのため、センサの初期装着位置が想定された位置からずれていたり、計測対象者の動きによって装着位置が想定された位置と異なる位置に移動したりした場合であっても、動作の定量化の精度低下を抑制することができる。

[0114] また、情報処理装置 1 は、例えば、変換パラメータを蓄積し、可視化することにより、センサ 4 の状態（装着位置）の変化や異常の把握が可能となる。また、決定された変換パラメータは、パワードスーツなどの動作補助装置の動作方向の決定などにも利用可能である。

[0115] また、例えば、患者（計測対象者）の状態を知るために病院で用いられている大規模なモニタリング装置は、設置スペースの確保や導入コスト、操作に対するスキルが要求される等の観点から、患者の自宅又は介護施設に設置することは容易ではない。

[0116] そのため、安価で簡便に使用できる装置により患者等の計測対象者の状態を把握することが望ましい。本実施形態の情報処理装置 1 を用いることにより、例えばジャイロセンサ等の小型の装置を用いて計測対象者の状態を把握することができるので、安価で簡便に計測対象者の動作を定量化することができる。

[0117] <第 2 の実施形態の情報処理装置の一例>

第 2 の実施形態の情報処理装置について、図面を参照して説明する。以下、特に説明しない構成および機能は、第 1 の実施形態の情報処理装置と同様であるとする。

[0118] 図 1 2 は、第 2 の実施形態の情報処理装置の一例を示す図である。第 2 の実施形態の情報処理装置 1 は、第 1 の実施形態の情報処理装置 1 に含まれる構成の他に、第 1 異常判定部 1 8 と、第 2 異常判定部 1 9 とを含む。

[0119] 第 1 異常判定部 1 8 は、動作データのばらつきに基づいて、センサ 4 の状態異常を判定する。

[0120] 第 2 異常判定部 1 9 は、混合度の時間経過に応じた変化に基づいて、センサ 4 の状態異常を判定する。

[0121] <第 2 の実施形態の処理の流れの一例>

図13、14は、第2の実施形態の情報処理装置の流れの一例を示すフローチャートである。図13、14に示すフローチャートは、図6に示す第1の実施形態のフローチャートに含まれる処理の他に、ステップS204～S207を含む。図13のステップS201～S203、図14のS208～S213は、図6のステップS101～S109の処理と同様である。

[0122] 第1通信部11は、センサ4が測定した動作を示す動作データを受信する（ステップS201）。抽出部12は、受信した動作データから測定対象の動作を示す区間のデータを抽出する（ステップS202）。情報処理装置1は、ステップS202で抽出した動作区間毎の繰り返し処理を開始する（ステップS203）。ステップS203において、Nを動作区間数とすると、各動作区間 i （ $i=1\sim N$ ）について繰り返し処理が行われる。

[0123] 第1異常判定部18は、動作区間 i における代表方向の動作データのばらつきが閾値（第1異常判定閾値）以上であるか判定する（ステップS204）。第1異常判定部18は、例えば、対象動作区間において、代表方向の動作量の最大値が第1異常判定閾値を超えているかを判定する。または、第1異常判定部18は、ある動作区間の動作量の統計値（最大値、平均値等）が一つ前の動作区間の動作量の統計値との差異を算出し、その差異が第1異常判定閾値以上であるかを判定してもよい。

[0124] ばらつきが第1異常判定閾値以上である場合（ステップS204でYES）、第1異常判定部18は、センサ4の状態が異常であると判定する（ステップS207）。そして、情報処理装置1は、処理を終了する。

[0125] 動作データのばらつきが大きい場合、例えば、センサ4が緩く装着され、固定されていないことにより、計測対象者の動作に伴ってセンサ4が振動していることが想定される。その場合、動作データの変換を行っても正しく動作の定量化を行うことが困難であるため、異常であると判定された場合、情報処理装置1は、処理を終了する。

[0126] 図15は、センサが固定されている場合と固定されていない場合の歩行時の動作データの例を示す。図15(a)は、センサが固定されている場合の

歩行時の動作データを示す。図15(b)は、センサが固定されていない場合の歩行時の動作データを示す。

[0127] 図15(b)に示す動作データは、図15(a)に示す動作データと比べて、例えば、破線部分に示す動作量が大きい。図15(b)に示すように異常な動作データを含む場合、第1異常判定部18は、センサの状態が異常であると判定する。

[0128] 図13に示されるように、第2異常判定部19は、抽出された動作区間における混合度の時間経過に応じた変化量を算出する(ステップS205)。第2異常判定部19は、例えば、動作区間*i*における所定時間幅内の動作データの累積値について混合度を算出し、時間幅および累積値を変化(例えば、増加)させて混合度を算出する処理を繰り返すことにより、混合度の時間経過に応じた変化量を算出する。

[0129] そして、第2異常判定部19は、一つの動作区間中に動作種類が変化しているか判定する(ステップS206)。ステップS206において、第2異常判定部19は、例えば、一つの動作区間中に混合度が変化している場合、動作種類が変化していると判定する。

[0130] 第2異常判定部19は、一つの動作区間中に動作種類が変化していると判定した場合(ステップS206でYES)、センサ4の状態が異常であると判定する(ステップS207)。そして、情報処理装置1は、処理を終了する。

[0131] 第2異常判定部19は、例えば、ある動作区間の変換パラメータと、ある動作区間から所定時間離れた動作区間の変換パラメータの差異が閾値(第2異常判定閾値)以上である場合に、センサ4の状態が異常であると判定してもよい。

[0132] 第2異常判定部19は、例えば、特定の動作区間の変換パラメータと既知の変換パラメータを比較して、差異が第2異常判定閾値以上である場合に、センサ4の状態が異常であると判定してもよい。

[0133] 図16は、装着位置が徐々に変化する場合の脚の動作データを示す図であ

る。図16(a)は、装着位置が徐々に変化する場合の前額-水平軸方向における脚の動作データである。図16(a)に示す例では、動作量が徐々に減少している。図16(b)は、装着位置が徐々に変化する場合の矢状-水平軸方向における脚の動作データである。図16(b)に示す例では、動作量が徐々に増加している。

[0134] 図16に示すように、例えば、歩行動作中に代表方向である前額-水平軸方向の動作量が減少し、他の方向の動作量が増加している場合に、センサ4が正常な装着位置から徐々にずれていることが想定される。

[0135] 図17は、装着位置が徐々に変化する場合の混合度の変化を示す図である。図17に示すように、動作区間の初期では各軸で累積寄与率が累積寄与率閾値を上回るので混合度が1であるが、時間経過とともに1軸の累積寄与率が低下して累積寄与率閾値を下回る。よって、混合度が1から2に変化している。

[0136] 図16、17に示す例の場合、第2異常判定部19は、一つの動作区間中に動作種類が変化していると判定し、センサ4の状態が異常であると判定する。

[0137] ステップS206で動作種類が変化していないと判定された場合、混合度判定部13は、動作区間*i*について、動作の代表方向の数を示す混合度を判定する(ステップS208)。特定部14は、混合度に基づいて動作特徴量が第1基準(例えば、最大)となる代表方向を特定する(ステップS209)。決定部15は、代表方向における動作特徴量が第2基準以上(例えば、最大)となるように、動作データの変換に用いるパラメータ(変換パラメータ)を決定する(ステップS210)。

[0138] 次に、変換部16は、決定部15が決定した変換パラメータを用いて、動作データを変換する(ステップS211)。情報処理装置1は、全ての動作区間に関してステップS204~S211の処理を完了した場合に、繰り返し処理を終了する(ステップS212)。そして、算出部17は、変換された動作データを用いて、特徴量を算出する(ステップS213)。

[0139] 以上のように、本実施形態の情報処理装置 1 は、センサ 4 の状態が異常であるか判定し、異常である場合、処理を終了するので、異常な動作データの変換を行わない。そのため、異常な動作データに基づく定量化を行うことを避けることができる。

[0140] <第 3 の実施形態の情報処理装置の一例>

第 3 の実施形態の情報処理装置について、図面を参照して説明する。第 3 の実施形態の情報処理装置について、特に説明しない構成および機能は、第 1 の実施形態または第 2 の実施形態の情報処理装置と同じであるとする。第 3 の実施形態の情報処理装置の構成は、第 1 の実施形態または第 2 の実施形態の情報処理装置の構成と同様であるため、説明を省略する。

[0141] 図 18 は、歩行中に後ろ向きに歩く動作が含まれる場合の動作データの一例を示す図である。図 18 は、左右の脚の動作データのうち、代表方向の動作データを示している。図 18 に示すように、例えば、前向き歩行の動作データの一部に後ろ向き歩行の動作データが含まれている場合、動作データの正負が逆転する。図 18 に示すような動作データを変換した場合、変換結果が正常にならない可能性がある。

[0142] よって、動作データが歩行であることが予め設定されている場合、決定部 15 は、動作データの正負に依らない動作特徴量に基づいて変換パラメータを決定する。決定部 15 は、例えば、代表方向における正負に依らない動作特徴量が第 2 基準以上（例えば、最大）となるように変換パラメータを決定する。正負に依らない動作特徴量は、値が正となる動作特徴量であり、例えば、動作データのピークの絶対値やピーク区間の面積等である。

[0143] 決定部 15 は、第 1 の実施形態で説明したように、式 (5) ~ (11) のいずれかの評価関数が所定基準以上（例えば、最大）となるように変換パラメータを決定してもよい。式 (5) ~ (11) は、各動作データ $X'(t)$ 、 $Y'(t)$ 、 $Z'(t)$ の絶対値に基づく評価関数であるため、動作データの正負に関わらず、正のデータとなるからである。

[0144] 歩行中は、進行方向に関わらず前額-水平軸の回転方向を代表方向として

脚が回転する。そのため、変換部 16 は、動作データの正負に依らない動作特徴量に基づいて算出された変換パラメータを用いることにより、前向き歩行と後ろ向き歩行の動作データが混在している場合であっても、適切な変換後データを得ることができる。

[0145] 図 19 は、変換パラメータが局所解となる場合の変換前後の動作データを示す図である。 τ は、動作区間毎に付与された区間番号である。図 19 に示す例では、区間 τ の変換パラメータが $\theta = (150, 60, 240)$ であり、区間 $\tau + 1$ での変換パラメータが $\theta = (150, 240, 60)$ である。すなわち、代表方向以外の 2 方向の変換パラメータが逆転していたとする。

[0146] しかし、通常、センサ状態は短時間で大きく変わらないため、図 19 に示すような変換パラメータは適切ではない可能性が高い。そのため、決定部 15 は、短時間で大きく変わる変換パラメータを採用しないようにする。

[0147] 例えば、決定部 15 は、以下の式 (12) のように制約を付加した評価関数を用いて変換パラメータを算出する。

[0148] [数12]

$$E_{\tau+1} = \sum_{t=1}^{T-1} |X'(t)| - \sum_{t=1}^{T-1} |Y'(t)| - \sum_{t=1}^{T-1} |Z'(t)| - \epsilon \|\theta_{\tau+1} - \theta_{\tau}\| \cdots (12)$$

[0149] 式 (12) は、式 (5) に制約を付加した例である。 $\theta_{\tau+1}$ は、第 1 動作区間の変換パラメータであり、 θ_{τ} は、事前に算出された、第 1 動作区間より所定時間前の 1 または複数の第 2 動作区間の変換パラメータである。 ϵ は、対象動作区間の変換パラメータと一つ前の動作区間の変換パラメータとの差異をどの程度許容するかを示すパラメータである。

[0150] 決定部 15 は、式 (12) に示すように、第 1 動作区間 ($\tau + 1$) での変換パラメータと事前に算出された所定時間前の第 2 動作区間 (τ) での変換パラメータとの差異 (例えば、ユークリッド距離) に所定のパラメータを乗算した値を減算する。

[0151] 決定部 15 は、例えば、 $\theta_{\tau+1}$ に複数の変換パラメータの候補を代入して、式 (12) に示す評価関数が最も大きくなるように、変換パラメータを決定

する。制約を付加したことにより、第1動作区間 ($\tau + 1$) での変換パラメータと事前に算出された所定時間前の第2動作区間 (τ) での変換パラメータとの差異（例えば、ユークリッド距離）が大きくなるかに応じて評価関数は小さくなるので、差異（例えば、ユークリッド距離）が大きい場合の変換パラメータが変換に用いられる可能性は低くなる。すなわち、変換パラメータが短時間で大きく変化した場合、その変換パラメータは、変換に用いられる可能性は低くなる。

[0152] 式(12)は、式(5)に対応する評価関数であるが、決定部15は、式(6)～(11)についても、同様の制約(式(12)の第4項)を付加して変換パラメータの決定に用いてよい。

[0153] 第2動作区間は、例えば、第1動作区間の一つ前の動作区間である。第2動作区間は、例えば、第1動作区間より後の動作区間であってもよい。

[0154] 決定部15は、例えば、カルマンフィルタ、状態空間モデルを適用し、対象動作区間より前の動作区間の動作データと変換パラメータを用いて、短時間での変化量が少ない変換パラメータを推定してもよい。

[0155] 以上のように、決定部15は、動作データのうちの第1動作区間における変換パラメータの候補と、第1動作区間より所定時間前の第2動作区間について決定した変換パラメータとの差異を算出する。そして、決定部15は、その差異に基づいて、変換パラメータの候補の中から第1動作区間における変換パラメータを決定する。そのため、情報処理装置1は、例えば、取得した動作データに異常な動作データが含まれていても、適切な変換パラメータを決定することができる。

[0156] 図20は、異常な動作を含む動作データの区間分離を示す図である。図20に示すように、例えば、動作データの傾向が短時間で大きく変わる場合がある。動作データの傾向が短時間で大きく変わる原因は、例えば、計測対象者がセンサ4を手で触ったり、センサ4が障害物にぶつかったりして衝撃を受けたことによりセンサ4の状態（例えば、装着位置）が変わることである。一つの動作区間に異なるセンサ状態の動作データが含まれる場合、その後

、動作区間毎に混合度の判定およびパラメータ変換が行われた際に、適切な結果が得られない可能性がある。

[0157] 計測対象者がセンサ4を手で触ったり、センサ4が障害物にぶつかるなど、センサ4が衝撃を受けた場合、その衝撃に基づく異常な動作データが発生している場合がある。よって、抽出部12は、ある動作区間の動作データが異常な動作データを含む場合、動作区間を異常な動作データの前後の区間に分離する。抽出部12は、例えば、動作データのピーク値が抽出閾値以上である場合、異常な動作データであると判定する。そして、抽出部12は、分離後の動作区間を混合度判定部13に出力する。

[0158] 以上のように、抽出部12は、動作データの中の異常動作を示す部分を検知し、前記動作データを、前記異常動作を示す部分より前の区間と、異常動作を示す部分より後の区間とに分離し、分離された各区間を抽出する。区間を分離することにより、一つの動作区間に複数のセンサ状態に基づく動作データが含まれることを抑制することができる。そして、決定部15が、分離後の動作区間毎に変換パラメータを決定することにより、適切なパラメータを決定することができる。

[0159] 図21は、複数の動作区間における変換後の方向転換の動作データの例を示す図である。図21の動作区間(1)及び動作区間(2)は、方向転換中の動作区間である。方向転換の代表方向は、 $X'(t)$ と $Y'(t)$ であるとする。図21に示すように、動作区間(1)では、 $Y'(t)$ の動作量が最も大きい、動作区間(2)では、 $X'(t)$ の動作量が最も大きい。

[0160] 図21に示すように、同じ動作種類の動作データであっても、代表方向のうち動作量が最も大きい方向(以下、支配軸方向と称する)が動作区間毎に異なる場合がある。このような動作データを用いて、動作データの変換及び定量化をした場合、精度が低下するおそれがある。よって、特定部14が2つ以上の代表方向を特定した場合、支配軸方向がどの方向かを区別することが好ましい。

[0161] 決定部15は、例えば、代表方向が2つ以上である場合、各代表方向の変

換前の動作データの動作量を算出し、動作量が最も大きい方向（支配軸方向）を決定する。そして、決定部15は、支配軸方向の変換後の動作特徴量が最大となる変換パラメータを決定する。決定部15は、例えば、変換前の動作データの支配軸方向が $Y(t)$ である場合、 $Y'(t)$ に基づく動作特徴量（例えば、式(8)の第2項）が最大となる変換パラメータを決定する。

[0162] ただし、決定部15は、歩行など、動作種類が事前に分かっている場合は、動作種類に応じて支配軸方向を決定してもよい。例えば、動作種類が歩行である場合は、前額-水平軸の回転方向を支配軸方向であると決定してもよい。また、決定部15は、同じ種類の動作が複数回繰り返されている場合には、複数回の動作に対応する動作データ中で合計の動作量が最も大きい方向、または、変換後に最も合計の動作量が大きくなる方向を支配軸方向と決定してもよい。

[0163] 以上のように、代表方向が2つ以上である場合、決定部15は、代表方向のうち最も動作量が大きい方向の動作特徴量が最大となるパラメータを決定するので、定量化精度の低下を抑制することができる。

[0164] 図22は、方向転換の変換後の動作データを示す図である。図22(a)は、正常に変換された場合の動作データを示す。図22(b)は、正常に変換されなかった場合の動作データを示す。

[0165] 本実施形態では、 $Y'(t)$ が正である場合、右旋回を示し、 $Y'(t)$ が負である場合、左旋回を示すとする。しかし、図22(b)に示すように、本来右旋回の動作データが変換によって負のデータとなる場合がある。

[0166] 図22に示す例では、 $X'(t)$ が前額-水平軸の回転方向の動作データであるとする。前向き歩行中に旋回した場合、旋回方向に関係なく脚は前に回転するため、 $X'(t)$ は、通常、正となる。しかし、図22(b)では、 $X'(t)$ が負のデータとなっているため、異常な動作データであることが分かる。すなわち、例えば、前向きの歩行中の動作データであることが分かれば、 $X'(t)$ の動作データの正負に基づいて、変換後の動作データが正常か判定することが可能である。

[0167] よって、決定部15は、例えば、動作の種類が方向転換であることを示す場合、 $X'(t)$ の動作データが正となるように変換パラメータを決定する。以下の式(13)は、式(8)において $X'(t)$ の絶対値を外した式である。

[0168] [数13]

$$E'_{21} = \sum_{t=1}^{T-1} X'(t) + \sum_{t=1}^{T-1} |Y'(t)| - \sum_{t=1}^{T-1} |Z'(t)| \quad \cdots(13)$$

[0169] 式(13)に示すように、複数の代表方向の動作データのうち、支配軸の回転方向ではない動作データ $X'(t)$ の絶対値を外したことにより、 $X'(t)$ が負である場合の変換パラメータは実際に変換に用いるパラメータとして採用されづらくなる。よって、 $X'(t)$ の動作データが正となるように変換パラメータが決定される。

[0170] 以上のように、情報処理装置1は、複数の代表方向のうち一つの方向が既知であれば、既知の方向の動作データの正負に基づいて、変換パラメータを決定するので、本来の動作データと正負が逆転する可能性を抑制することができる。図23は、脚の回転方向を示す図である。通常、動作が直進歩行である場合、前額-水平軸の回転方向が代表方向となる。特定部14は、ステップS105またはS209の処理において、代表方向を特定する。しかし、動作データの変換処理によって代表方向以外の方向の動作データが入れ替わって推定される場合がある。

[0171] 例えば、前額-水平軸の回転方向が $X'(t)$ である場合に、矢状-水平軸の回転方向の動作データが $Y'(t)$ として出力される場合があり、 $Z'(t)$ として出力されてしまう場合がある。また、垂直軸の回転方向の動作データが $Z'(t)$ として出力されてしまう場合があり、 $Y'(t)$ として出力される場合もある。

[0172] 通常、動作が直進歩行である場合、矢状-水平軸の回転方向は、垂直軸の回転方向の動作量と比較して小さい。歩行中に足首を回転させる動作が行われる可能性はあるが、横に振り上げる動作は、通常、行われなからである

。よって、決定部 15 は、代表方向ではない方向の動作データのうち、動作量が大きい方向の動作データが垂直軸の回転方向の動作データ（本実施形態では、 $Y'(t)$ ）となるように変換パラメータを決定する。

[0173] 決定部 15 は、例えば、式 (5) に制約条件を加えた下記式 (14) に基づいて、変換パラメータを算出してもよい。式 (14) を用いた場合、垂直軸の回転方向の動作データが $Y'(t)$ となり、矢状-水平軸の回転方向は、 $Z'(t)$ となることが想定される。

[0174] [数14]

$$E'_{11} = \sum_{t=1}^{T-1} |X'(t)| - \sum_{t=1}^{T-1} |Y'(t)| - \sum_{t=1}^{T-1} |Z'(t)|$$

$$s. t. |Y'(t)| > |Z'(t)| \quad \dots(14)$$

[0175] 以上、直進歩行の場合の例について説明したが、直進歩行の場合に限定されない。代表方向以外の方向の動作データの大小関係が既知であれば、決定部 15 は、その大小関係を制約として用いて変換パラメータを決定すればよい。

[0176] 以上のように、情報処理装置 1 は、代表方向以外の方向の動作データの大小関係が既知である場合に、大小関係を制約として用いて変換パラメータを決定するので、代表方向以外の方向の動作データが変換により入れ替わることを抑制することができる。

[0177] <第 1 の実施例>

第 1 の実施例として、計測対象者が左脚にセンサ 4 を 1 個装着し、右脚にセンサ 4 を 5 個装着した場合の、直進歩行中の歩き方の特徴を定量化する例を説明する。

[0178] 図 24 は、第 1 の実施例における抽出部 12 が取得した各センサ 4 からの動作データである。図 24 では、代表方向の動作データのみを示し、代表方向以外の動作データの図示を省略する。図 24 に示す例では、右脚に装着し

たセンサ4はそれぞれ異なる位置に装着されているため、動作データも異なっている。

[0179] 図25は、動作抽出アルゴリズムの例を示す図である。抽出部12は、動作抽出アルゴリズムDB10aから、予め指定された動作を抽出するためのアルゴリズムを取得し、検出対象の動作を示す区間のデータを抽出する。

[0180] 図25に示すように、動作抽出アルゴリズムは、アルゴリズムNo.と、動作抽出に用いる各パラメータを含む。パラメータは、例えば、合成値のピーク値、合成値のピーク間隔、合成値のピーク幅、及び合成値のピーク勾配である。各アルゴリズムは、例えば、パラメータの要否（○または×）、各パラメータの閾値を含む。動作抽出アルゴリズムは、各パラメータを用いた抽出方法を含んでいてもよい。

[0181] 動作抽出アルゴリズムは、例えば、動作種類毎に記憶されている。本実施例では、動作抽出アルゴリズムDB10aは、歩行動作に対応するアルゴリズムNo.1を適用する。

[0182] 図26は、抽出された動作区間の例を示す図である。図26に示すように、動作データのうち、検出対象の動作を示す部分が抽出される。

[0183] 次に、混合度判定部13は、混合度の判定指標を含む判定指標DB10bから、対象動作に対応する判定指標を取得し、判定指標に基づいて混合度を判定する。

[0184] 図27は、混合度の判定指標の例を示す図である。図27に示すように、判定指標DB10bには、判定指標の定義No.と、対象動作と、混合度の判定指標とが対応付けられて記憶されている。また、混合度の判定指標は、主成分分析の累積寄与率の閾値、独立成分分析の比の閾値、その他の動作データのばらつきを示す値（例えば、共分散、標準偏差等）の閾値を含む。すなわち、混合度の判定指標は、3次元の動作方向を含む動作データのばらつきを評価する判定閾値（例えば、ばらつきの大きさの最小閾値等）である。

[0185] 混合度判定部13は、動作データの判定指標に対応する値が閾値以上である軸の数のうち、最も少ない軸の数を混合度に用いる。本実施例では、対象

動作は直進歩行であるため、定義N○1の判定指標を混合度の判定に用いる。混合度判定部13は、定義N○1の判定指標を用いて混合度を判定し、混合度が「1」であったとする。

[0186] 次に、特定部14は、混合度に基づいて代表方向を特定する。本実施例では、混合度が「1」であるため、特定部14は、複数の方向の動作特徴量のうち動作特徴量が最大となる方向を代表方向であると特定する。

[0187] 次に、決定部15は、代表方向における動作特徴量が最大となるように変換パラメータを決定する。

[0188] 図28は、状態変換量DBに記憶される情報の例を示す図である。決定部15は、決定した変換パラメータを状態変換量DB10cに記憶させる。図28に示すように、状態変換量DBは、日時と、動作開始時刻と、動作終了時刻と、状態変換量とが対応付けられて記憶されている。状態変換量は、例えば、X軸回転量(α)と、Y軸回転量(β)と、Z軸回転量(γ)とを含む。状態変換量は、変換パラメータに対応する。

[0189] 決定部15が決定した変換パラメータを状態変換量DB10cに記憶させ、一定量のデータを蓄積させて可視化することにより、センサ状態(位置)の変化や異常の把握の確認が可能となる。

[0190] 次に、変換部16は、決定部15が決定した変換パラメータを用いて、動作データを変換する。図29は、変換前後の動作データの例を示す図である。図29において、 $X'(t)$ は前額-水平軸の回転方向の動作データであり、 $Y'(t)$ は、垂直軸の回転方向の動作データであり、 $Z'(t)$ は、矢状-水平軸の回転方向の動作データである。また、図29は、右脚(1)の3方向($X'(t)$ 、 $Y'(t)$ 、 $Z'(t)$)の変換前後の動作データと、右脚(2)~(5)の $X'(t)$ の変換前後の動作データを含む。左脚の動作データ、右脚(2)~(5)の $Y'(t)$ 、 $Z'(t)$ の動作データの図示は、省略されている。

[0191] 図29において、右脚(1)の変換パラメータは、 $\theta = (150, 60, 240)$ であり、右脚(2)の変換パラメータは、 $\theta = (300, 330,$

60)であり、右脚(3)の変換パラメータは、 $\theta = (180, 60, 360)$ であるとする。また、右脚(4)の変換パラメータは、 $\theta = (330, 60, 240)$ であり、右脚(5)の変換パラメータは、 $\theta = (330, 360, 30)$ であるとする。

[0192] 図29に示すように、 $X'(t)$ に関しては、変換により動作量が増加している。また、 $Y'(t)$ 、 $Z'(t)$ は、変換により動作量が減少している。本実施例では、動作は歩行であり、 $X'(t)$ が代表方向であるため、変換により代表方向の動作量が増加し、代表方向以外の動作量が減少したこととなる。変換後の動作データは、センサ4を正常位置に装着した場合の動作データに近いデータとなる。

[0193] 次に、算出部17は、変換された動作データを用いて動作種類を特定し、動作を定量化する。本実施例では、算出部17は、変換された動作データが歩行であると特定したとする。算出部17は、変換された動作データに基づいて、歩行に関する特徴量を定量化し、特徴量DB10dに記憶させる。

[0194] 図30は、特徴量DBに記憶される歩行に関する動作特徴量の例を示す図である。図30に示すように、歩行に関する動作特徴量は、日時、左脚步行速度、右脚步行速度、左脚步幅、右脚步幅を示す。

[0195] 算出部17は、例えば、動作データの振幅を歩行速度として特徴量DB10dに記憶させる。算出部17は、例えば、動作データの積分値に基づいて歩行幅を算出し、歩行幅を特徴量DB10dに記憶させる。

[0196] <第2の実施例>

第2の実施例として、計測対象者が左脚にセンサ4を1個装着し、右脚にセンサ4を5個装着した場合の、方向転換中の歩き方の特徴を定量化する例を説明する。本実施例において、特に記載しない処理は、第1の実施例と同様であるとする。

[0197] 図31は、第2の実施例における抽出部12が取得した各センサ4からの動作データである。図31では、代表方向の動作データのみを示し、代表方向以外の動作データの図示を省略する。図31に示す例では、右脚に装着し

たセンサ4はそれぞれ異なる位置に装着されているため、動作データも異なっている。

[0198] 抽出部12は、動作抽出アルゴリズムDB10aから、予め指定された動作を抽出するためのアルゴリズムを取得し、検出対象の動作を示す区間のデータを抽出する。本実施例では、図25のアルゴリズムNo2に対応付けられているアルゴリズムを用いて、検出対象の動作を示す区間のデータを抽出する。

[0199] 次に、混合度判定部13は、混合度の判定指標を含む判定指標DB10bから、対象動作に対応する判定指標を取得し、判定指標に基づいて混合度を判定する。本実施例では、混合度判定部13は、図27の定義No2に対応付けられている混合度判定指標を用いて、混合度を判定する。本実施例では、混合度判定部13は、混合度が「2」とであると判定したとする。

[0200] 次に、特定部14は、混合度に基づいて代表方向を特定する。本実施例では、混合度が「2」であるため、特定部14は、2方向の動作特徴量の合計のうち最大となる2方向を代表方向であると特定する。

[0201] 次に、決定部15は、代表方向における動作特徴量が最大となるように変換パラメータを決定する。

[0202] 次に、変換部16は、決定部15が決定した変換パラメータを用いて、動作データを変換する。図32は、変換前後の動作データの例を示す図である。図32において、 $X'(t)$ は前額-水平軸の回転方向の動作データであり、 $Y'(t)$ は、垂直軸の回転方向の動作データであり、 $Z'(t)$ は、矢状-水平軸の回転方向の動作データである。また、図32は、右脚(1)の3方向($X'(t)$ 、 $Y'(t)$ 、 $Z'(t)$)の変換前後の動作データと、右脚(2)~(5)の $X'(t)$ の変換前後の動作データを含む。左脚の動作データ、右脚(2)~(5)の $Y'(t)$ 、 $Z'(t)$ の動作データの図示は、省略されている。

[0203] 図32において、右脚(1)の変換パラメータは、 $\theta = (150, 120, 360)$ であり、右脚(2)の変換パラメータは、 $\theta = (150, 150$

, 360) であり、右脚(3)の変換パラメータは、 $\theta = (150, 210, 360)$ であるとする。また、右脚(4)の変換パラメータは、 $\theta = (150, 240, 180)$ であり、右脚(5)の変換パラメータは、 $\theta = (150, 150, 180)$ であるとする。

[0204] 次に、算出部17は、変換された動作データを用いて動作種類を特定し、動作を定量化する。本実施例では、算出部17は、変換された動作データが方向転換であると特定したとする。算出部17は、変換された動作データに基づいて、方向転換に関する特徴量を定量化し、特徴量DB10dに記憶させる。

[0205] 図33は、特徴量DBに記憶される方向転換に関する動作特徴量の例を示す図である。図33に示すように、方向転換に関する動作特徴量は、日時、左脚回転方向、右脚回転方向、左脚回転量、右脚回転量を示す。

[0206] 算出部17は、例えば、動作データの動作量が正であれば右回転方向、負であれば左回転であると判定し、回転方向を特徴量DB10dに記憶させる。算出部17は、例えば、動作データの1周期内の積分値に基づいて回転量(回転角度)を算出し、回転量を特徴量DB10dに記憶させる。

[0207] <情報処理装置のハードウェア構成の一例>

次に、図34の例を参照して、情報処理装置のハードウェア構成の一例を説明する。図34の例に示すように、バス100に対して、プロセッサ111とRandom Access Memory(RAM)112とRead Only Memory(ROM)113とが接続される。また、該バス100に対して、補助記憶装置114と媒体接続部115と通信インタフェース116とが接続される。

[0208] プロセッサ111はRAM112に展開されたプログラムを実行する。実行されるプログラムとしては、実施形態における処理を行う情報処理プログラムが適用されてもよい。

[0209] ROM113はRAM112に展開されるプログラムを記憶する不揮発性の記憶装置である。補助記憶装置114は、種々の情報を記憶する記憶装置であり、例えばハードディスクドライブや半導体メモリ等を補助記憶装置1

14に適用してもよい。媒体接続部115は、可搬型記録媒体118と接続可能に設けられている。

[0210] 可搬型記録媒体118としては、可搬型のメモリや光学式ディスク（例えば、Compact Disc(CD)やDigital Versatile Disc(DVD))、半導体メモリ等を適用してもよい。この可搬型記録媒体118に実施形態の処理を行う情報処理プログラムが記録されていてもよい。

[0211] 図4、12に示す第1記憶部10は、RAM112や補助記憶装置114等により実現されてもよい。図4及び図12に示す第1通信部11は、通信インタフェース116により実現されてもよい。

[0212] 図4、12に示す抽出部12、混合度判定部13、特定部14、決定部15、変換部、算出部、並びに図12に示す第1異常判定部18及び第2異常判定部19は、与えられた情報処理プログラムをプロセッサ111が実行することにより実現されてもよい。

[0213] RAM112、ROM113、補助記憶装置114および可搬型記録媒体118は、何れもコンピュータ読み取り可能な有形の記憶媒体の一例である。これらの有形な記憶媒体は、信号搬送波のような一時的な媒体ではない。

[0214] <その他>

本実施形態は、以上に述べた実施の形態に限定されるものではなく、本実施形態の要旨を逸脱しない範囲内で種々の構成または実施形態を取ることができる。

符号の説明

- [0215]
- | | |
|----|--------|
| 1 | 情報処理装置 |
| 2 | ネットワーク |
| 3 | 中継装置 |
| 4 | センサ |
| 10 | 第1記憶部 |
| 11 | 第1通信部 |
| 12 | 抽出部 |

- 1 3 混合度判定部
- 1 4 特定部
- 1 5 決定部
- 1 6 変換部
- 1 7 算出部
- 1 8 第1異常判定部
- 1 9 第2異常判定部
- 1 1 1 プロセッサ
- 1 1 2 RAM
- 1 1 3 ROM

請求の範囲

- [請求項1] 動作を測定するセンサと、
前記センサから前記動作に関する動作データを受信する情報処理装置と、
を備え、
前記情報処理装置は、
前記動作データに基づいて、第1の動作特徴量が第1基準以上となる1または複数の動きの方向を特定する特定部と、
前記特定された方向を用いて、変換後の前記方向での第2の動作特徴量が第2基準以上となる、前記動作データの変換に用いられるパラメータを決定する決定部と、
を含む、
ことを特徴とする情報処理システム。
- [請求項2] 前記特定部は、前記動作データに基づいて、前記第1の動作特徴量が最大となる前記1または複数の動きの方向を特定する、
ことを特徴とする請求項1記載の情報処理システム。
- [請求項3] 前記決定部は、前記特定された方向における前記第2の動作特徴量が最大となる、前記動作データの変換に用いられるパラメータを決定する、
ことを特徴とする請求項1または2記載の情報処理システム。
- [請求項4] 前記情報処理装置は、
前記動作データの動作特徴量が抽出閾値以上となる区間の前記動作データを抽出する抽出部を含む、
ことを特徴とする請求項1乃至3のうちのいずれか1項に記載の情報処理システム。
- [請求項5] 前記情報処理装置は、
前記動作データに基づいて、前記動きの方向の数を示す混合度を判定する混合度判定部を含む、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のうちのいずれか 1 項に記載の情報処理システム。

[請求項6]

前記情報処理装置は、

決定された前記パラメータを用いて前記動作データを変換する変換部を含む、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のうちのいずれか 1 項に記載の情報処理システム。

[請求項7]

前記情報処理装置は、

変換された前記動作データに基づいて、前記動作の特徴量を算出する算出部を含む

ことを特徴とする請求項 6 に記載の情報処理システム。

[請求項8]

前記混合度判定部は、

3次元の各方向における前記動作データのばらつきに基づいて前記混合度を判定する

ことを特徴とする請求項 5 に記載の情報処理システム。

[請求項9]

前記決定部は、

前記動作の種類に基づいて決定した期間毎に、前記特定された方向における前記第 2 の動作特徴量が前記第 2 基準以上となる前記パラメータを決定する

ことを特徴とする請求項 1 乃至 8 のうちのいずれか 1 項に記載の情報処理システム。

[請求項10]

前記決定部は、

前記混合度に基づいて決定した期間毎に、前記特定された方向における前記第 2 の動作特徴量が前記第 2 基準以上となる前記パラメータを決定する

ことを特徴とする請求項 5 に記載の情報処理システム。

[請求項11]

前記情報処理装置は、

前記動作データのばらつきに基づいて、前記センサの状態異常を判

定する第1異常判定部を含む、

ことを特徴とする請求項1乃至10のうちのいずれか1項に記載の情報処理システム。

[請求項12]

前記情報処理装置は、

前記混合度の時間経過に応じた変化量に基づいて、前記センサの状態異常を判定する第2異常判定部を含む、

ことを特徴とする請求項5に記載の情報処理システム。

[請求項13]

前記決定部は、

前記動作の種類が歩行である場合、前記特定された方向の前記第2の動作特徴量であって値が正となる前記第2の動作特徴量が前記第2基準以上となる前記パラメータを決定する、

ことを特徴とする請求項1乃至12のうちのいずれか1項に記載の情報処理システム。

[請求項14]

前記決定部は、

前記動作データのうちの第1動作区間における前記パラメータの候補と、前記第1動作区間より所定時間前または所定時間後の1または複数の第2動作区間について決定したパラメータとの差異に基づいて、前記パラメータの候補の中から前記第1動作区間における前記パラメータを決定する

ことを特徴とする請求項1乃至13のうちのいずれか1項に記載の情報処理システム。

[請求項15]

前記抽出部は、

前記動作データの中の異常動作を示す部分を検知し、前記動作データを、前記異常動作を示す部分より前の区間と、前記異常動作を示す部分より後の区間とに分離し、分離された各区間を抽出する、

ことを特徴とする請求項4に記載の情報処理システム。

[請求項16]

前記決定部は、

前記特定された方向が2つ以上である場合、前記方向のうち最も動

作量が大きい方向の前記第2の動作特徴量が前記第2基準以上となるパラメータを決定する

ことを特徴とする請求項1乃至15のうちのいずれか1項に記載の情報処理システム。

[請求項17]

前記決定部は、

前記動作の種類が方向転換である場合、前記特定された方向のうち動作量が最も少ない方向の動作データの値が正となる、前記パラメータを決定する

ことを特徴とする請求項1乃至16のうちのいずれか1項に記載の情報処理システム。

[請求項18]

前記決定部は、

前記動作の種類が直進歩行である場合、前記特定された方向以外の方向のうち、動作量が最も大きい方向が水平面に直交する垂直軸の回転方向となる前記パラメータを決定する

ことを特徴とする請求項1乃至17のうちのいずれか1項に記載の情報処理システム。

[請求項19]

動作を測定するセンサから前記動作に関する動作データを受信する通信部と、

前記動作データに基づいて、第1の動作特徴量が第1基準以上となる1または複数の動きの方向を特定する特定部と、

前記特定された方向を用いて、変換後の前記方向での第2の動作特徴量が第2基準以上となる、前記動作データの変換に用いられるパラメータを決定する決定部と、

を備えることを特徴とする情報処理装置。

[請求項20]

動作を測定するセンサから前記動作に関する動作データを受信し、

前記動作データに基づいて、第1の動作特徴量が第1基準以上となる1または複数の動きの方向を特定し、

前記特定された方向を用いて、変換後の前記方向での第2の動作特

微量が第2基準以上となる、前記動作データの変換に用いられるパラメータを決定する、

処理をコンピュータが実行することを特徴とする情報処理方法。

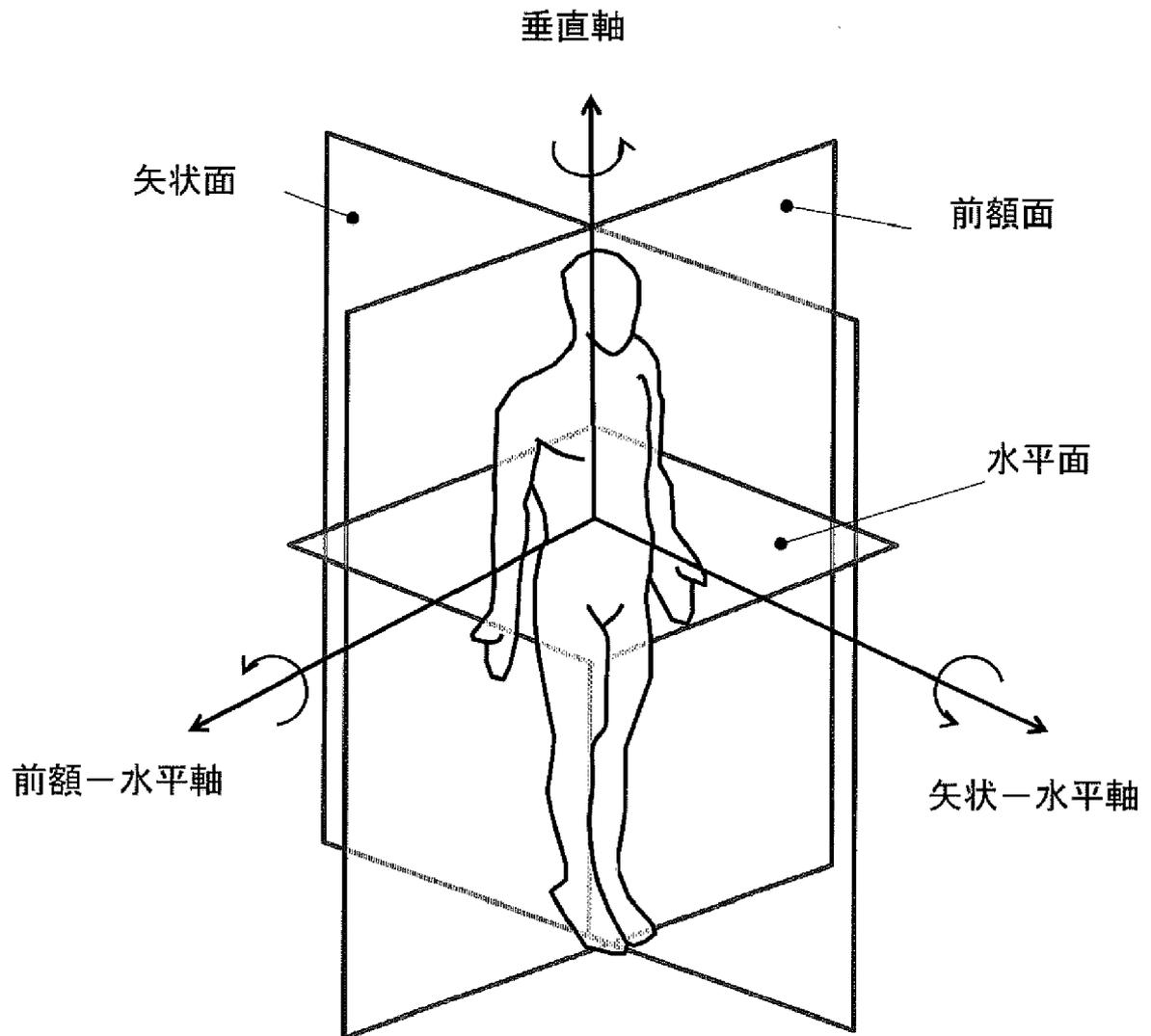
[請求項21]

動作を測定するセンサから前記動作に関する動作データを受信し、前記動作データに基づいて、第1の動作特徴量が第1基準以上となる1または複数の動きの方向を特定し、

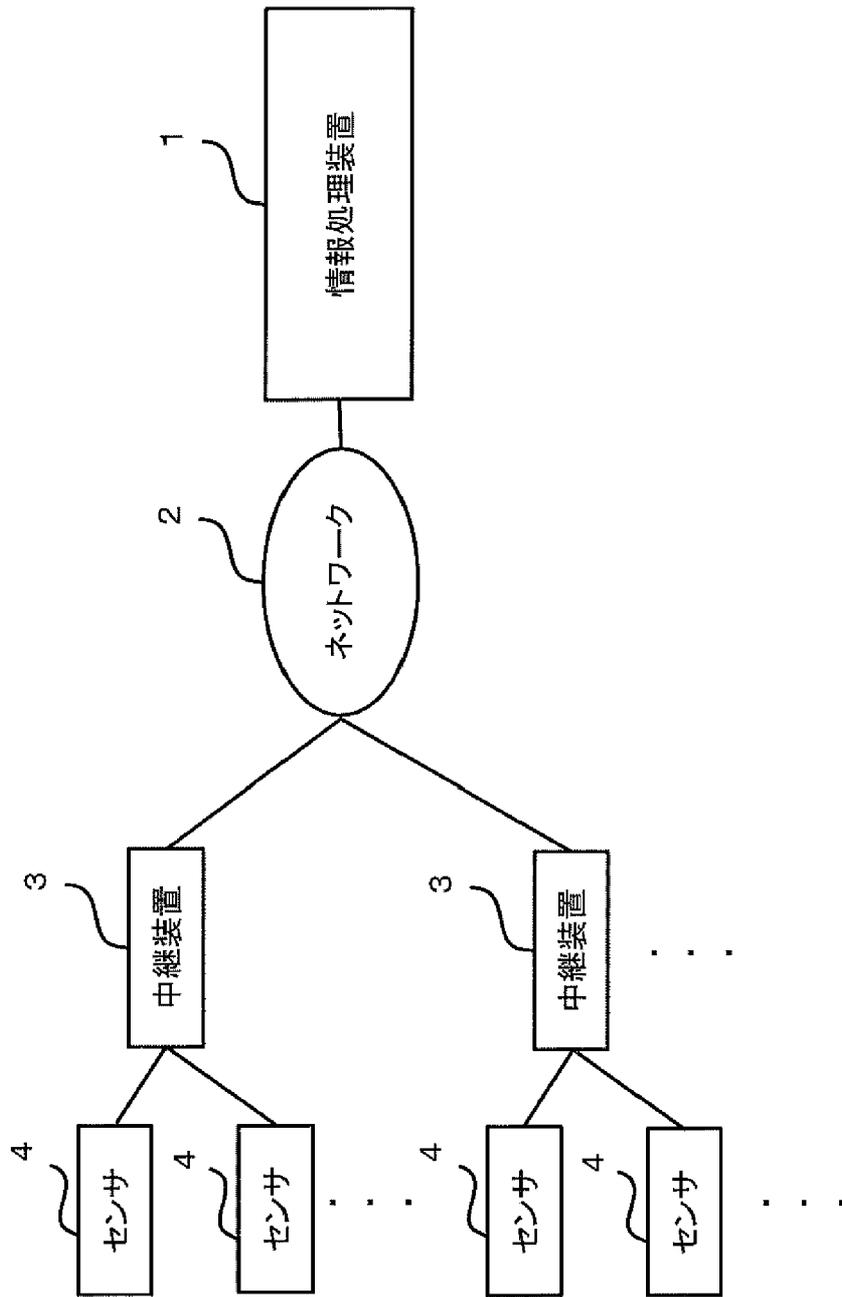
前記特定された方向を用いて、変換後の前記方向での第2の動作特徴量が第2基準以上となる、前記動作データの変換に用いられるパラメータを決定する、

処理をコンピュータに実行させることを特徴とする情報処理プログラム。

[図1]

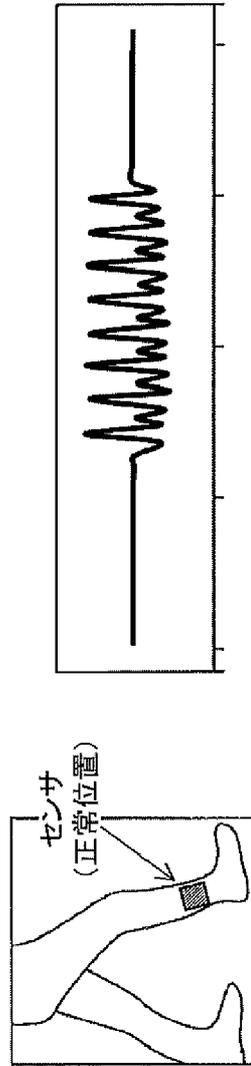


[図2]

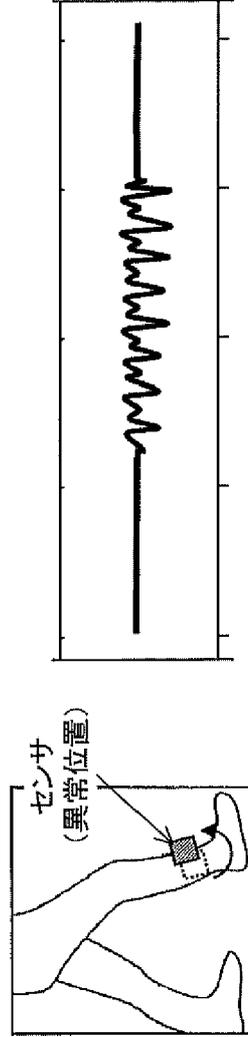


[図3]

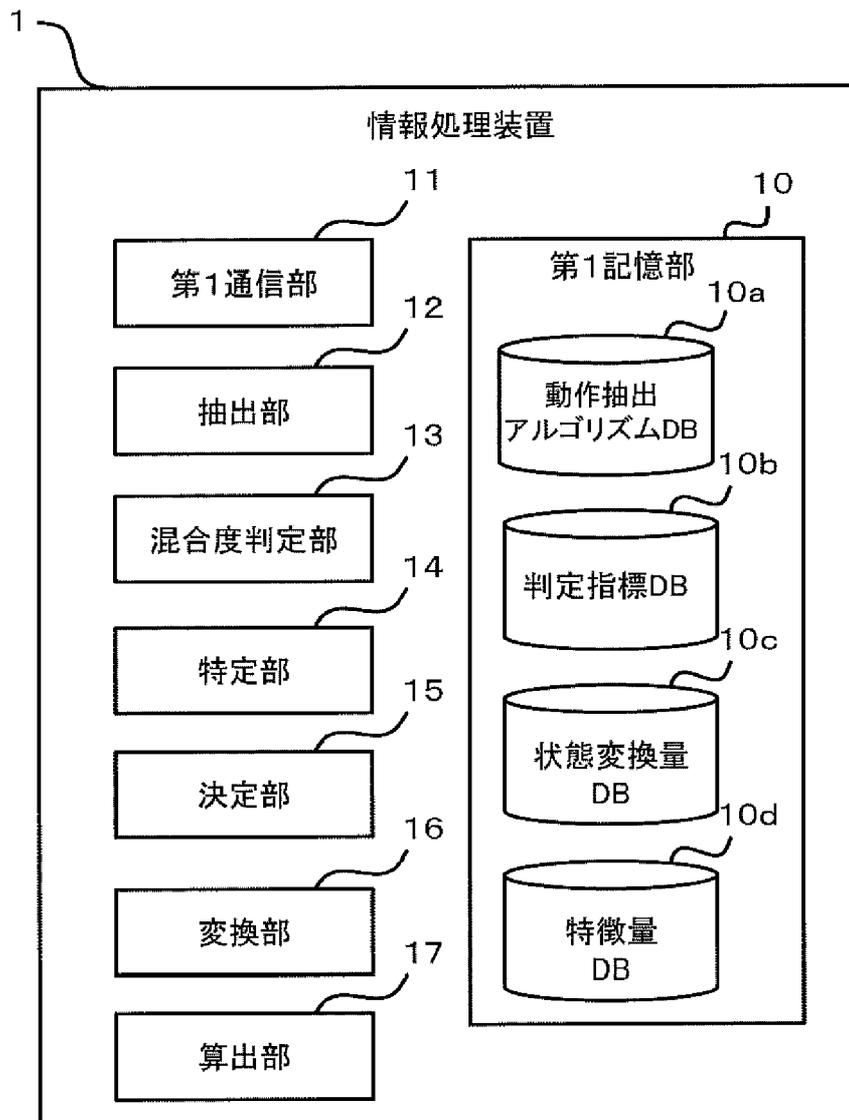
(a) センサが正常に装着されている場合の歩行時の動作データ



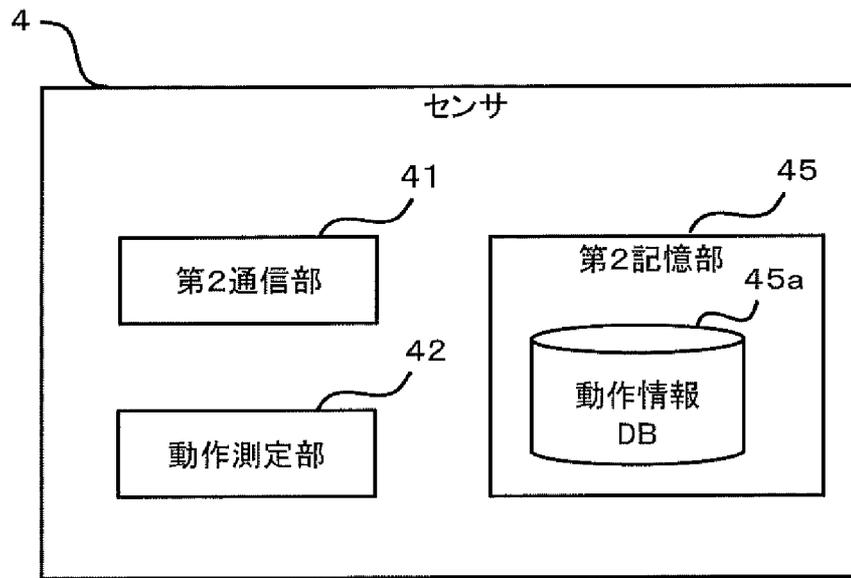
(b) センサが正常に装着されていない場合の歩行時の動作データ



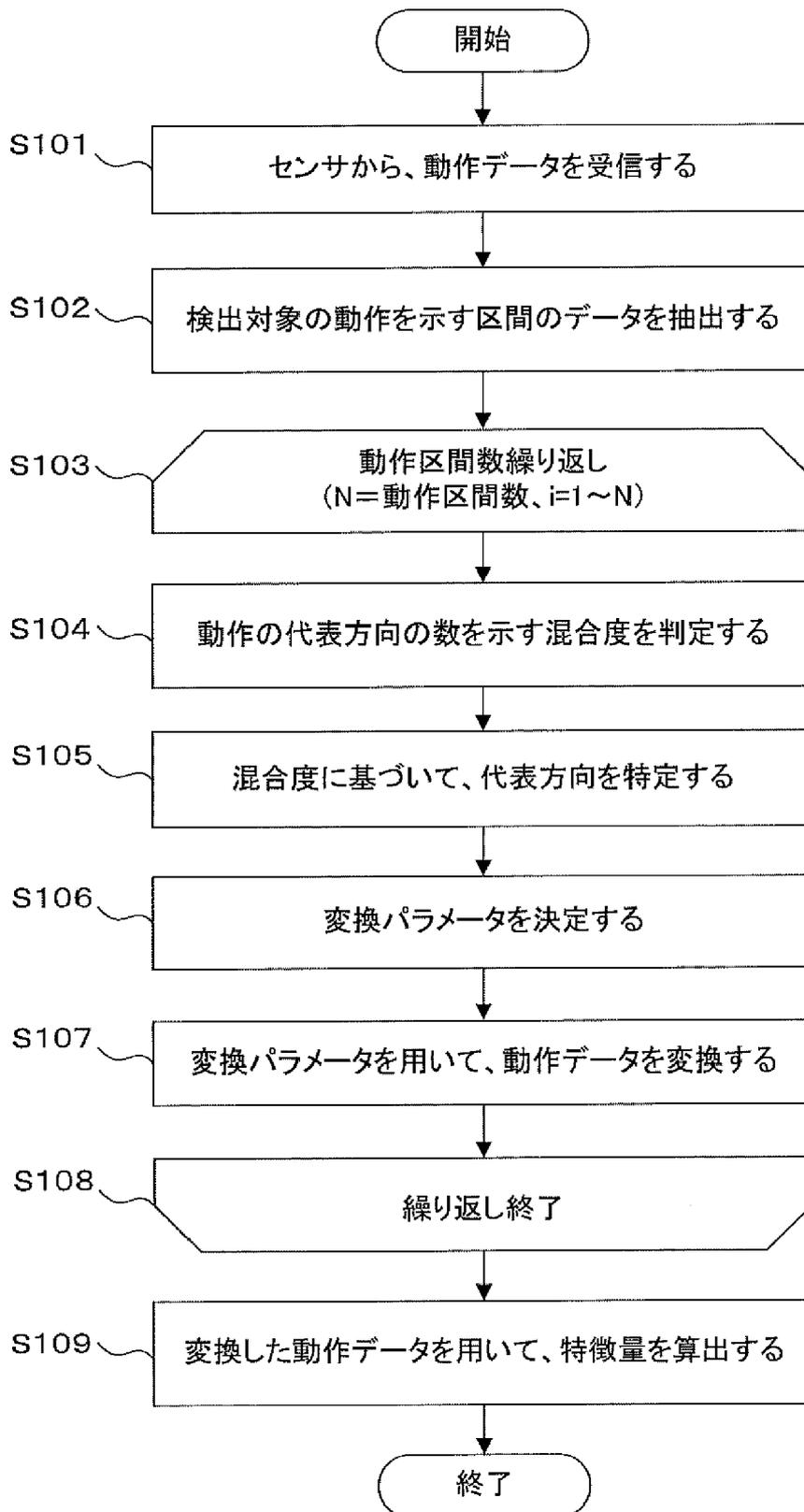
[図4]



[図5]

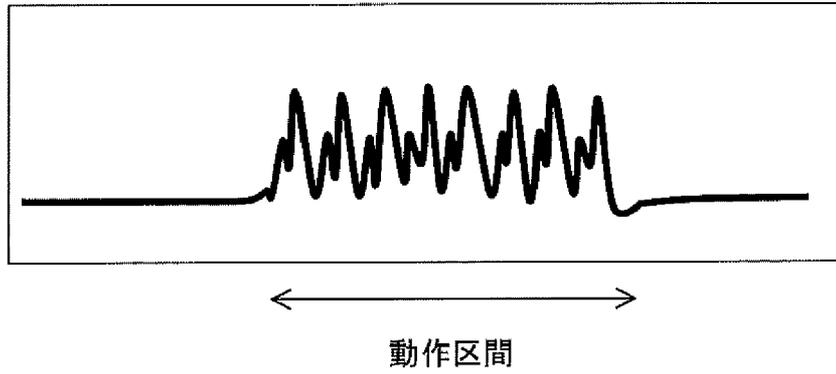


[図6]

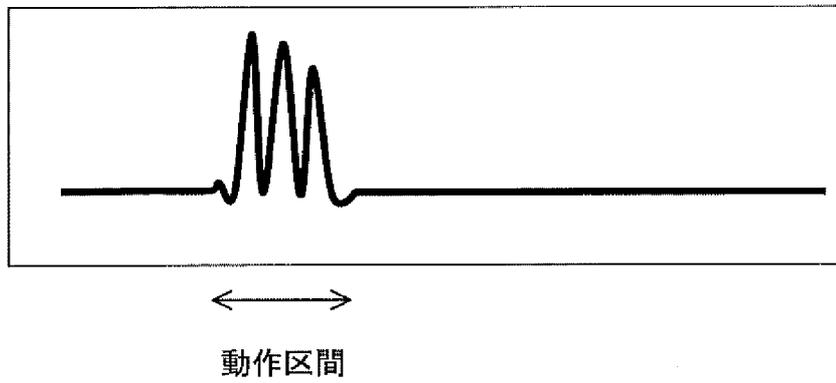


[図7]

(a) 直進歩行の動作データの合成値



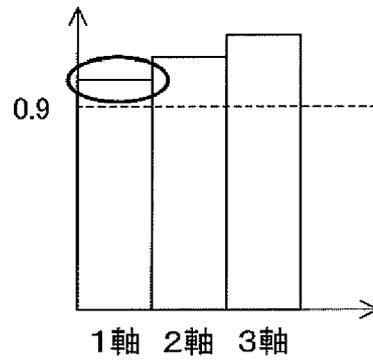
(b) 方向転換の動作データの合成値



[図8]

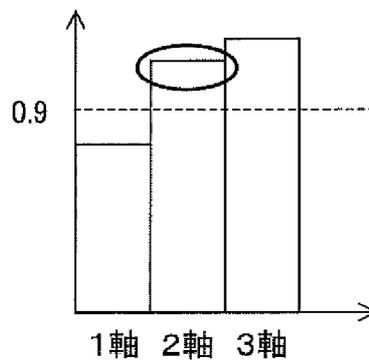
(a) 第1の例における軸数毎の混合度判定

累積寄与率



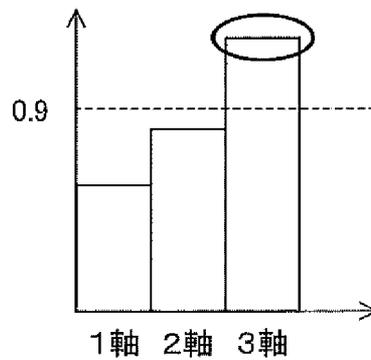
(b) 第2の例における軸数毎の混合度判定

累積寄与率



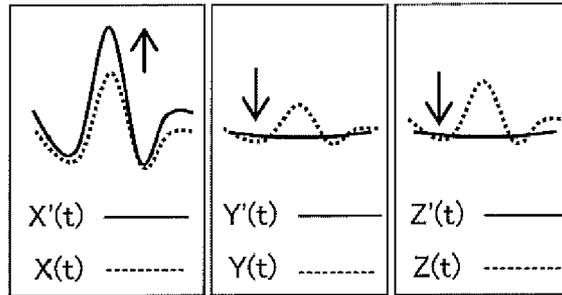
(c) 第3の例における軸数毎の混合度判定

累積寄与率

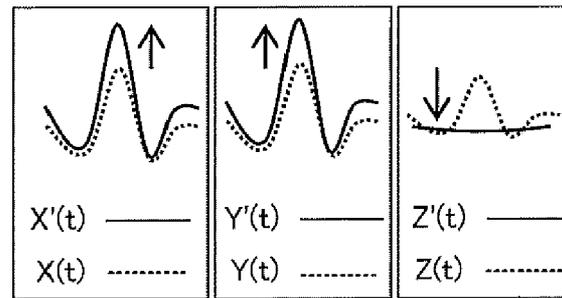


[図9]

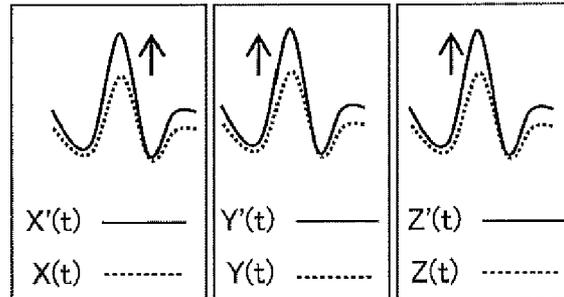
(a)代表方向が1方向である場合の動作変換



(b)代表方向が2方向である場合の動作変換

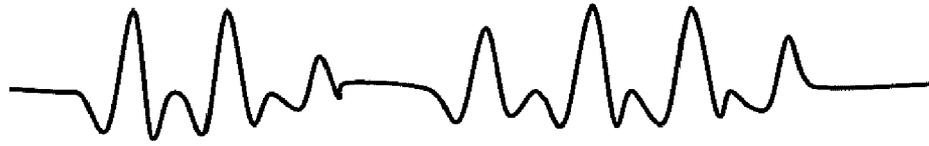


(c)代表方向が3方向である場合の動作変換



[図10]

(a) 正常装着



(b) 変換前(回転ずれ)

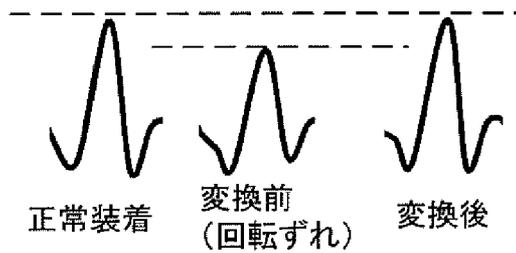


(c) 変換後

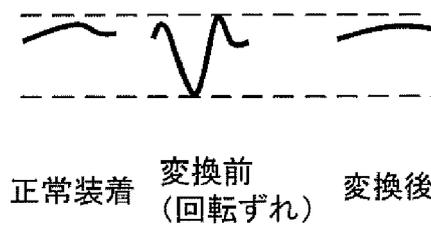


[図11]

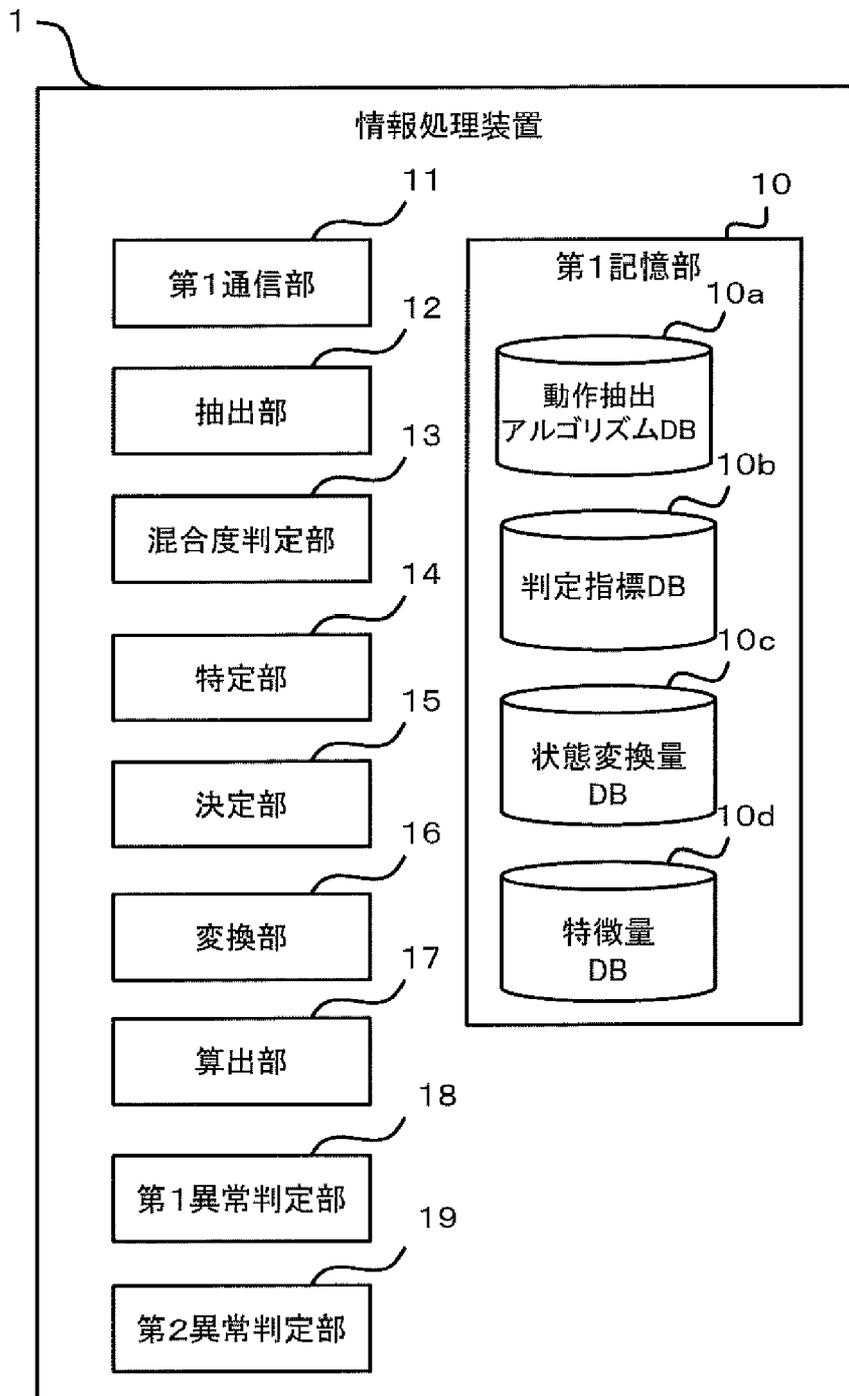
(a)



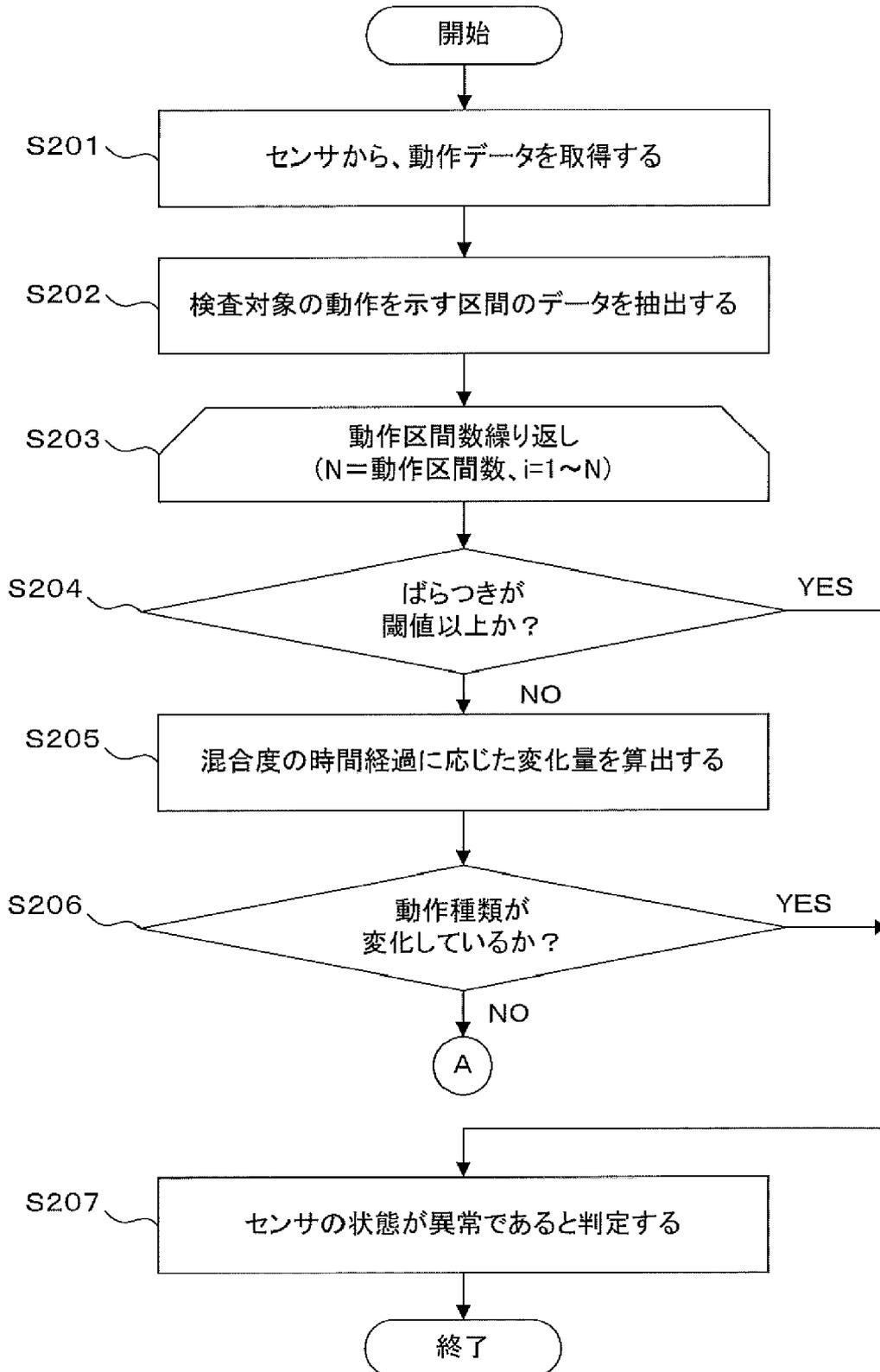
(b)



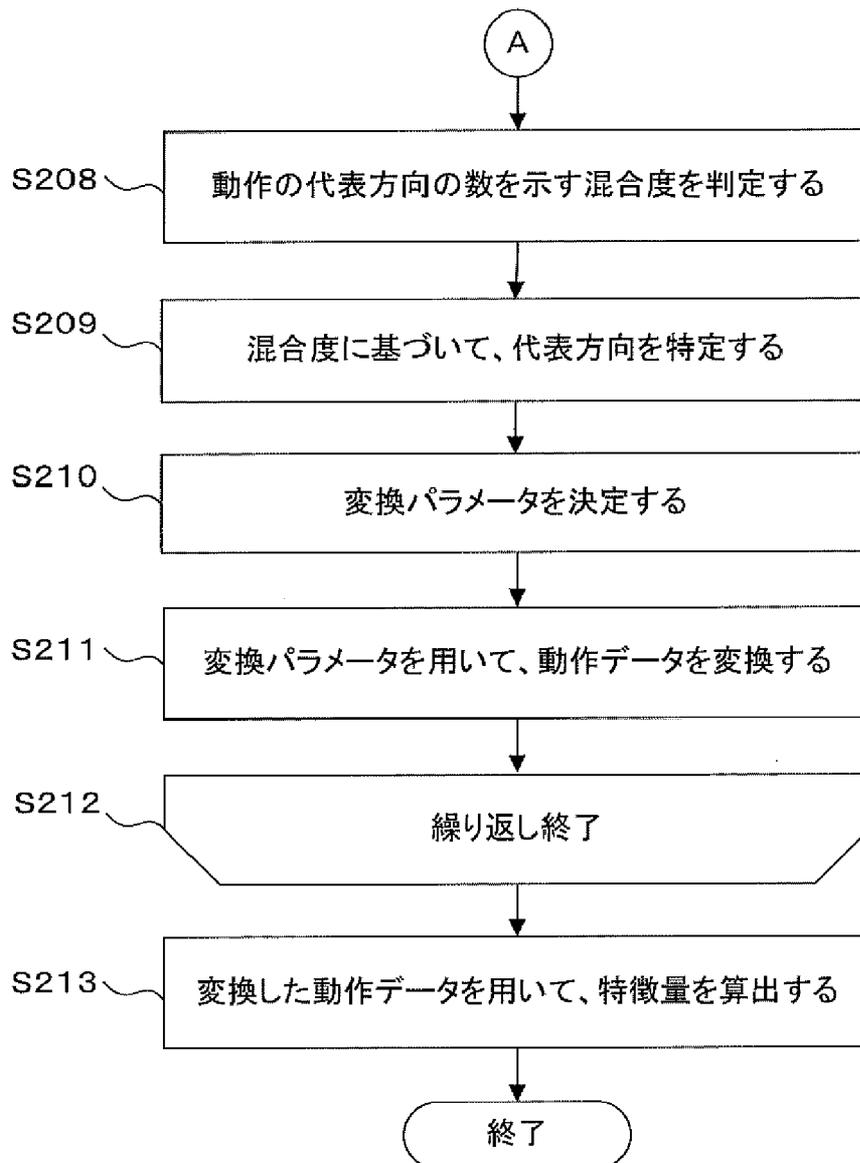
[図12]



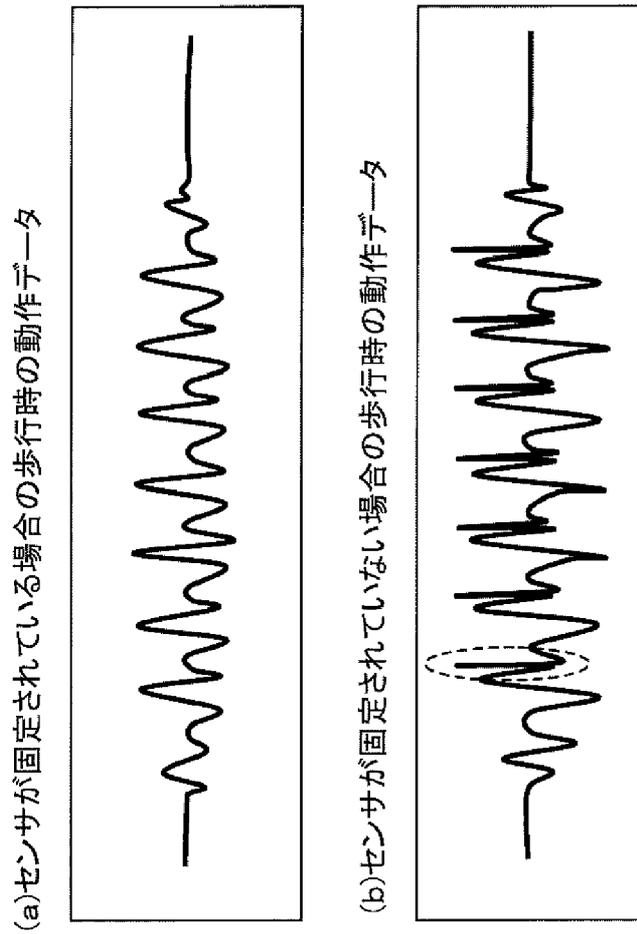
[図13]



[図14]



[図15]



[図16]

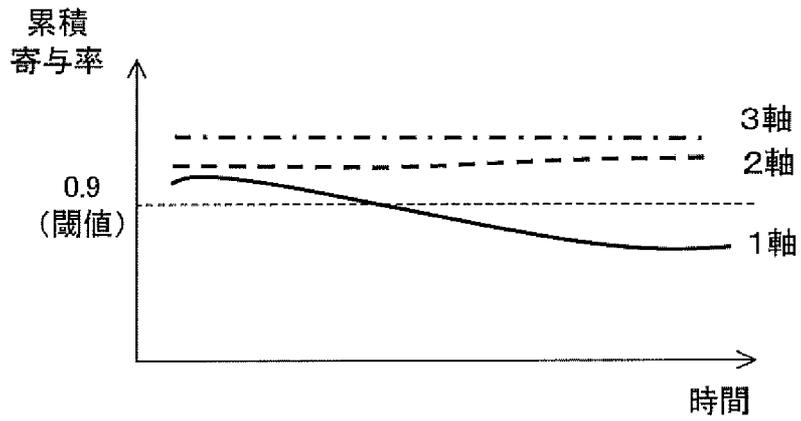
(a) 操作位置が徐々に変化する場合の脚の動作データ
(前額-水平軸回転方向)



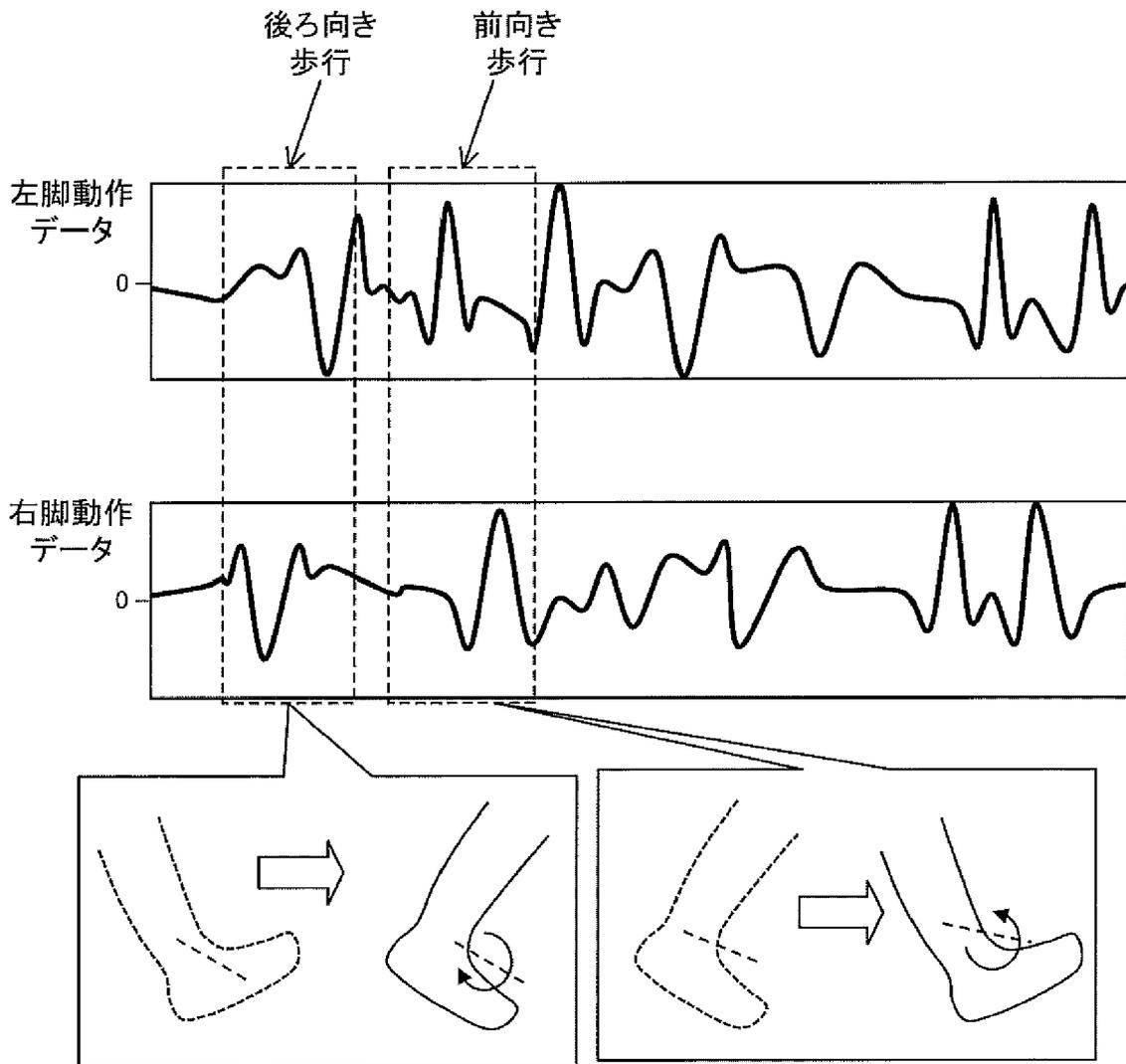
(b) 操作位置が徐々に変化する場合の脚の動作データ
(矢状-水平軸回転方向)



[図17]

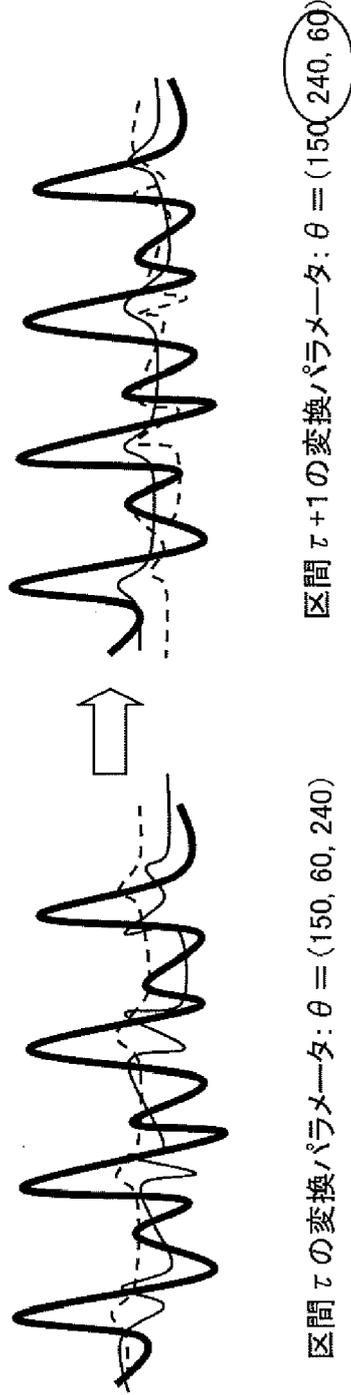


[図18]



[図19]

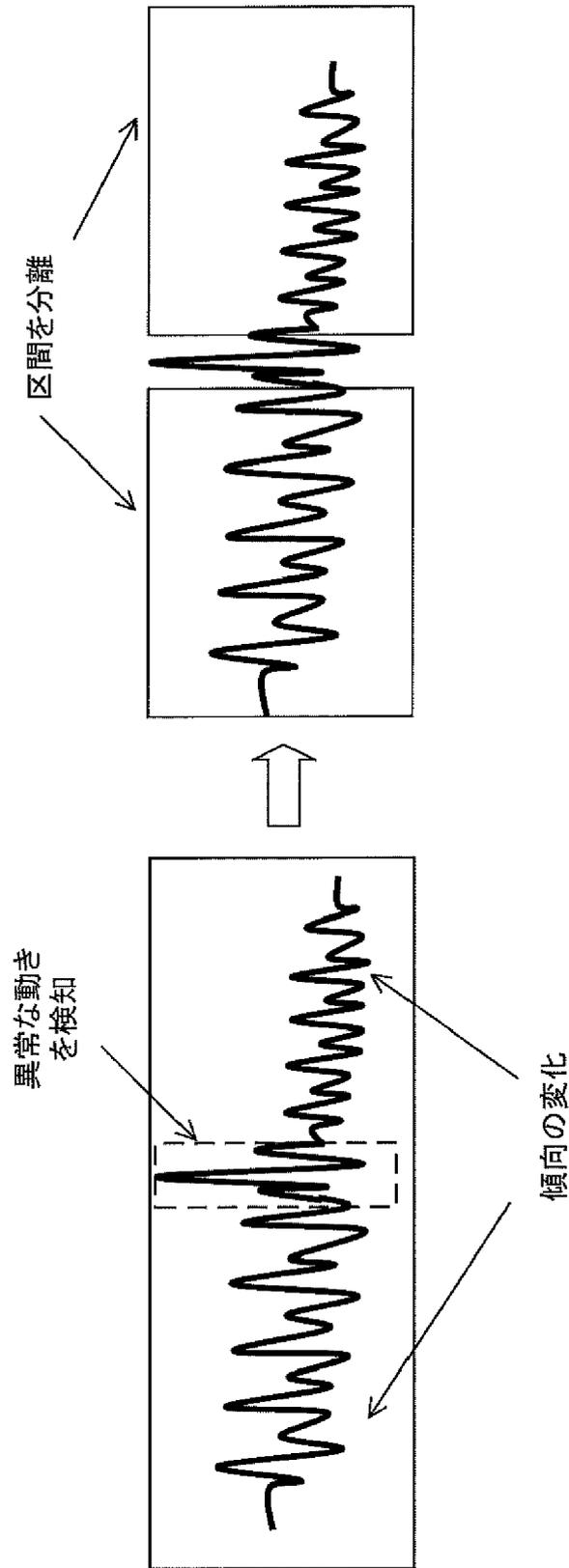
— : $X(t)$ — : $Y(t)$ - - - : $Z(t)$



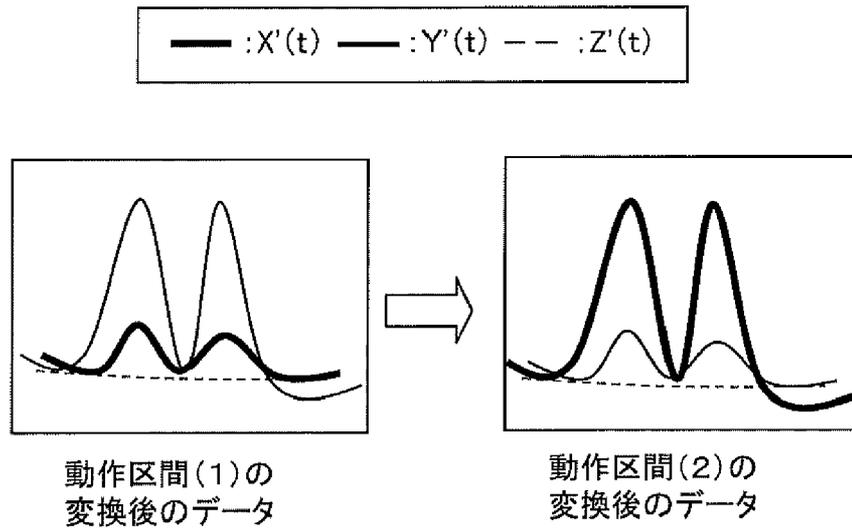
区間 τ の変換パラメータ: $\theta = (150, 60, 240)$

区間 $\tau + 1$ の変換パラメータ: $\theta = (150, 240, 60)$

[図20]



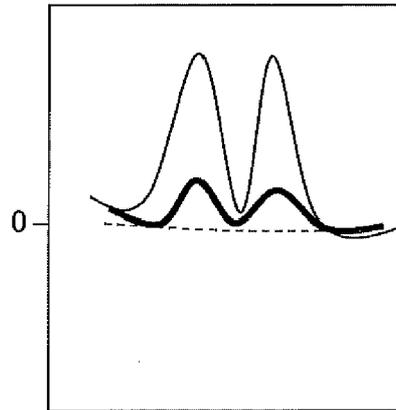
[図21]



[図22]

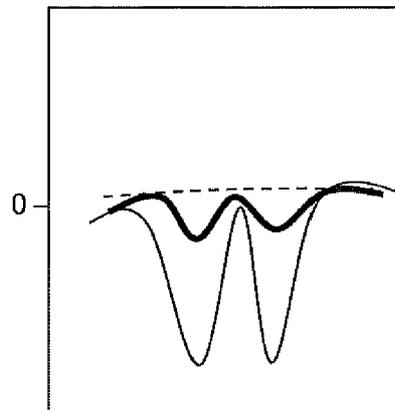
(a) 右旋回の正常に変換された場合の動作データ

— : $X'(t)$ — : $Y'(t)$ - - - : $Z'(t)$

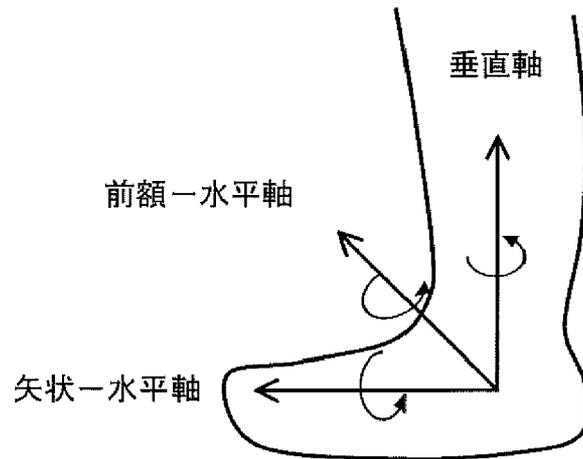


(b) 右旋回の正常に変換されなかった場合の動作データ

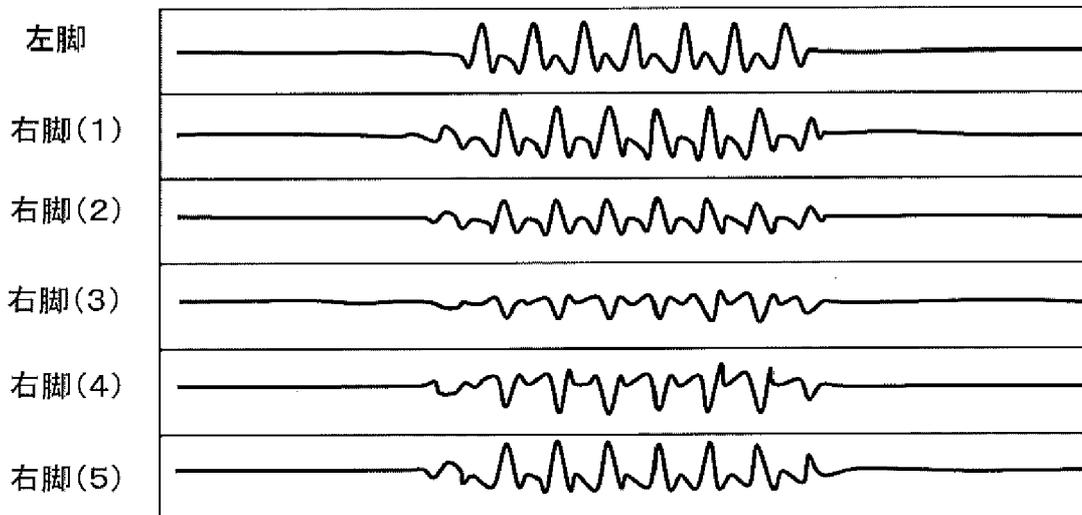
— : $X'(t)$ — : $Y'(t)$ - - - : $Z'(t)$



[図23]



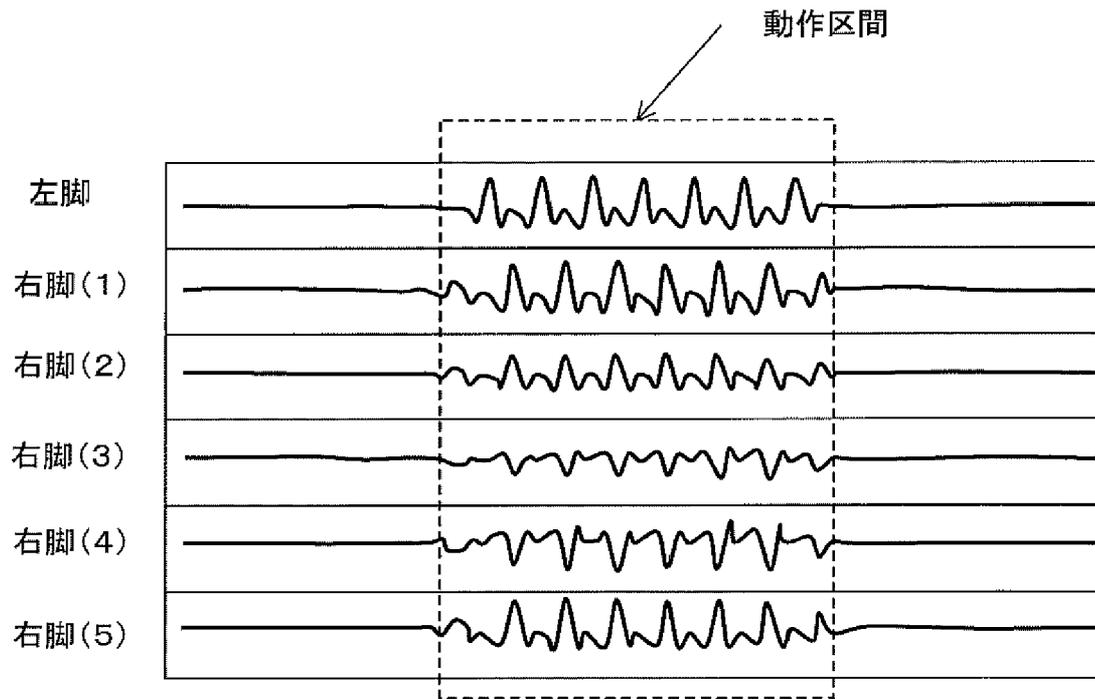
[図24]



[図25]

アルゴリズム No.	パラメータ1: 合成値の ピーク値[m/s] (閾値)	パラメータ2: 合成値の ピーク間隔[ms] (閾値)	パラメータ3: 合成値 ピーク幅[ms] (閾値)	パラメータ4: 合成値の ピーク勾配 (閾値)	...
1	○ (300)	○ (50)	×	×	...
2	×	○ (55)	×	×	...
...

[図26]



[図27]

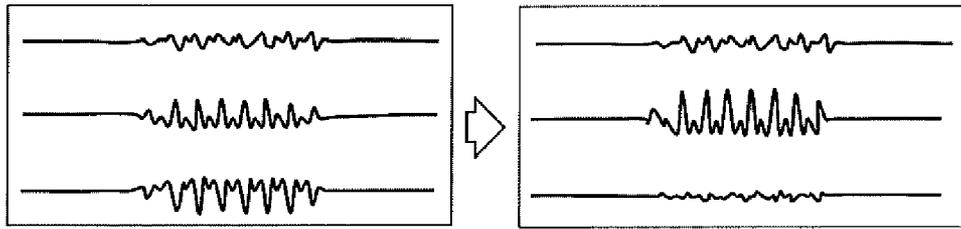
定義No	対象 動作種類	混合度判定指標		
		主成分分析の 累積寄与率 (閾値)	独立成分分析 の混合係数の比 (閾値)	センサ値の ばらつき (閾値)
1	直進歩行	0.9	-	-
2	方向転換	0.95	-	-
3	指定なし	-	0.7	-
...	-

[図28]

日時	動作 開始時刻	動作 終了時刻	状態変換量		
			X軸 回転量	Y軸 回転量	Z軸 回転量
2016/03/31	20:10:05	20:10:15	150°	60°	240°
...

[図29]

右脚(1)

 $Y'(t)$ $X'(t)$ $Z'(t)$ 

右脚(2)

 $X'(t)$

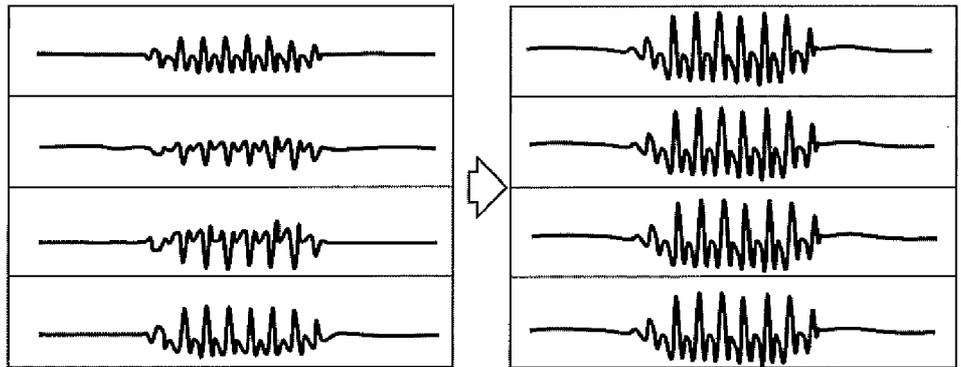
右脚(3)

 $X'(t)$

右脚(4)

 $X'(t)$

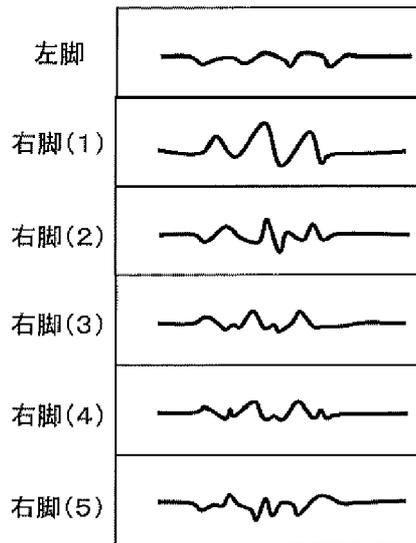
右脚(5)

 $X'(t)$ 

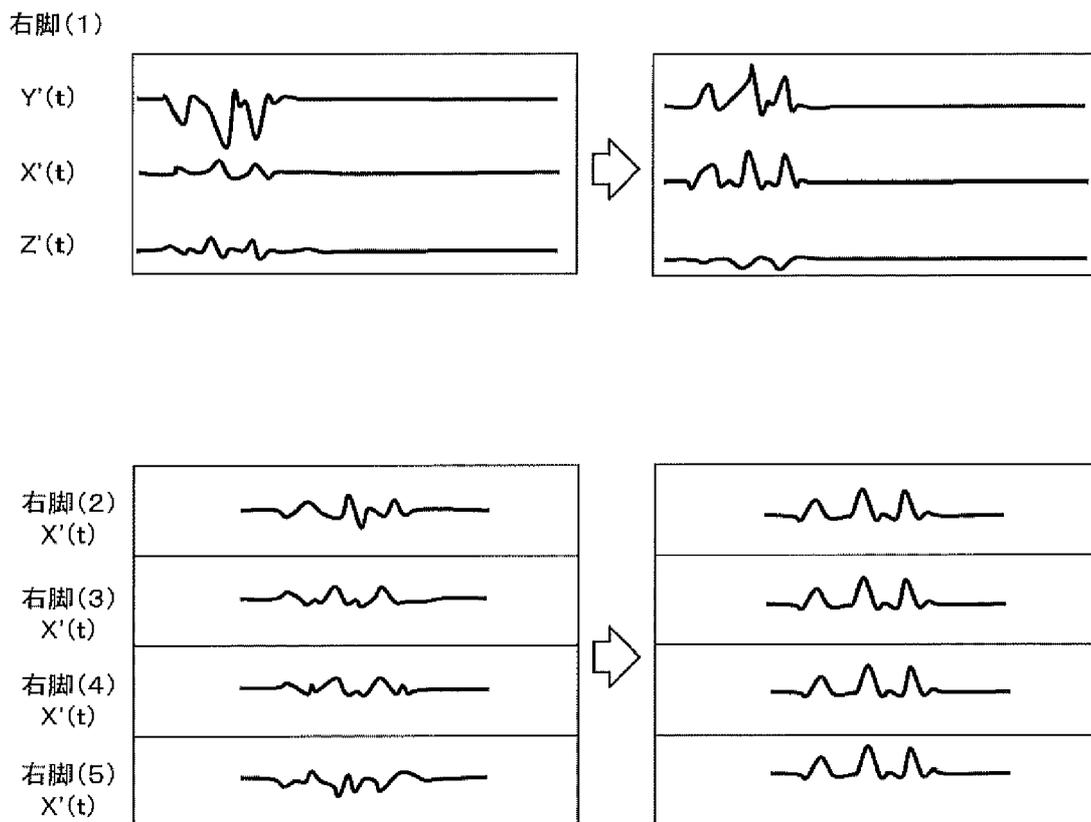
[図30]

日時	左脚歩行 速度[m/s]	右脚歩行 速度[m/s]	左脚 歩幅[m]	右脚 歩幅[m]	...
2016/03/31	0.72	0.71	0.66	0.67	...
...

[図31]



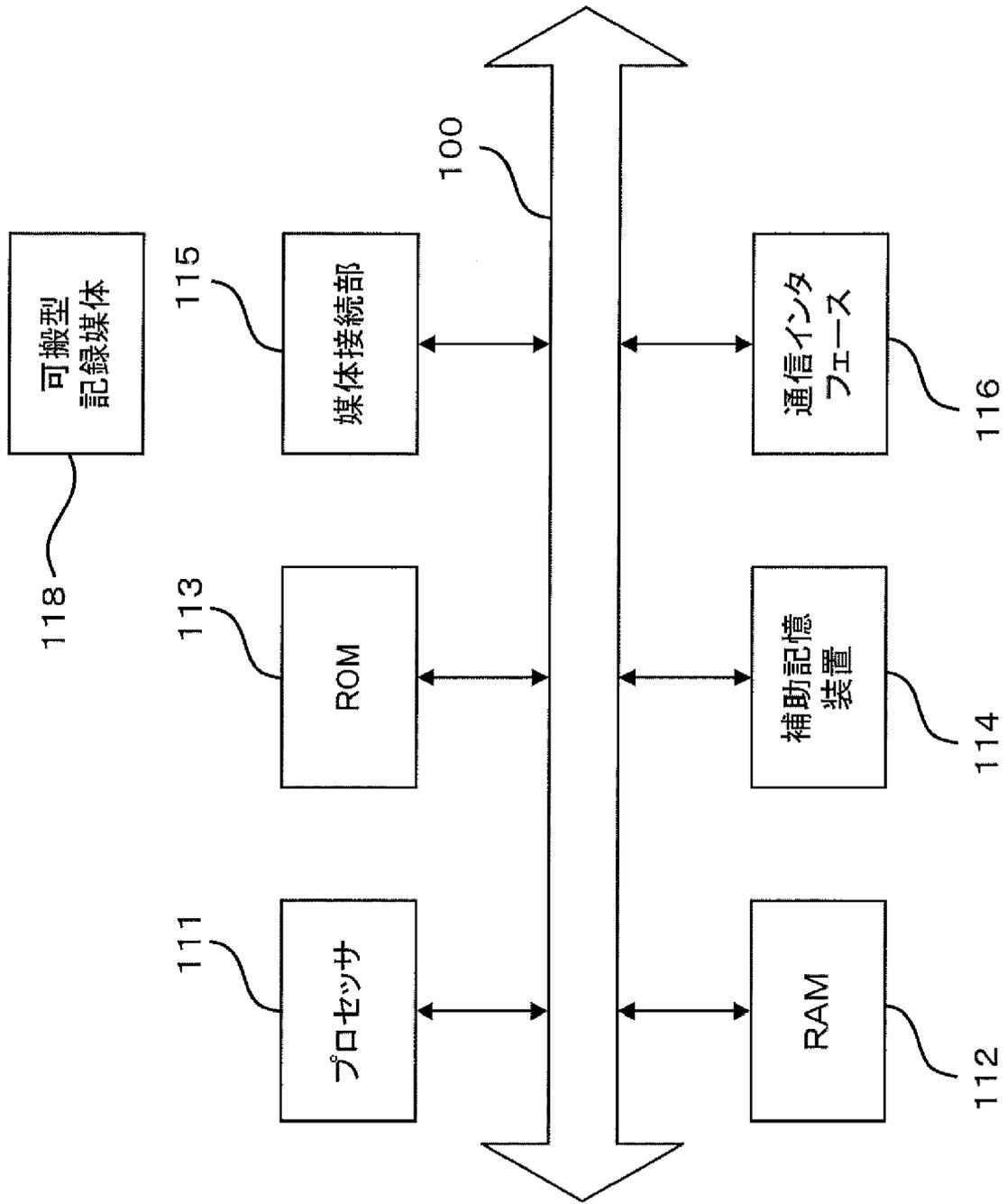
[図32]



[図33]

日時	左脚 回転方向	右脚 回転方向	左脚 回転量	右脚 回転量	...
2016/03/31	右	右	360°	360°	...
...

[図34]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/083996

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
A61B5/11(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
A61B5/11

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2016-112108 A (Casio Computer Co., Ltd.), 23 June 2016 (23.06.2016), entire text; all drawings & US 2016/0166880 A1	1-21
A	JP 2013-106768 A (Seiko Epson Corp.), 06 June 2013 (06.06.2013), entire text; all drawings (Family: none)	1-21

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 10 January 2017 (10.01.17)	Date of mailing of the international search report 24 January 2017 (24.01.17)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. A61B5/11(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. A61B5/11

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2016-112108 A（カシオ計算機株式会社）2016.06.23, 全文、全図 & US 2016/0166880 A1	1-21
A	JP 2013-106768 A（セイコーエプソン株式会社）2013.06.06, 全文、全図（ファミリーなし）	1-21

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー	の日の後に公表された文献
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 10.01.2017	国際調査報告の発送日 24.01.2017
--------------------------	--------------------------

国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官（権限のある職員） 九鬼 一慶	2Q	4404
	電話番号 03-3581-1101 内線 3292		