

(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
2022年1月27日(27.01.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/018938 A1

- (51) 国際特許分類:
A63B 69/00 (2006.01) A63B 71/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/018238
- (22) 国際出願日: 2021年5月13日(13.05.2021)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2020-123389 2020年7月20日(20.07.2020) JP
- (71) 出願人: 株式会社村田製作所
(MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 吉田 友祐 (YOSHIDA Yusuke);
〒6178555 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 中尾 元保 (NAKAO Motoyasu); 〒6178555 京都府長岡

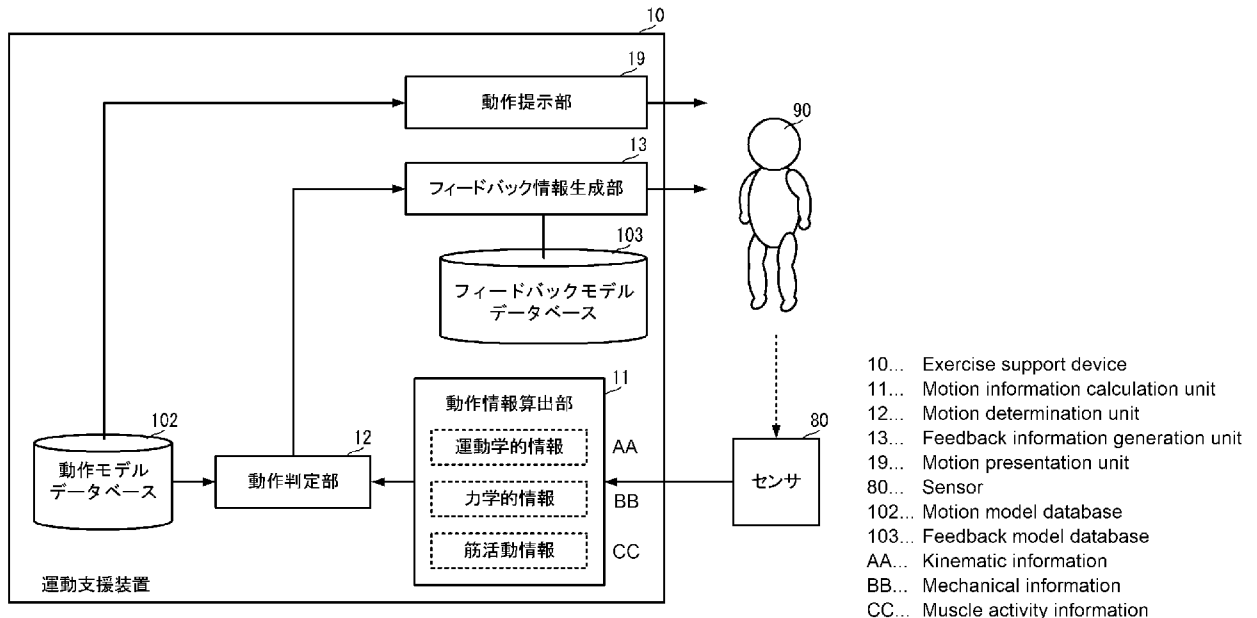
京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 木原 高栄 (KIHARA Takaei); 〒6178555 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人 楓国際特許事務所 (KAEDE PATENT ATTORNEYS' OFFICE); 〒5400011 大阪府大阪市中央区農人橋1丁目4番34号 Osaka (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, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, 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,

(54) Title: EXERCISE SUPPORT DEVICE AND EXERCISE SUPPORT METHOD

(54) 発明の名称: 運動支援装置、および、運動支援方法



(57) Abstract: An exercise support device (10) comprises a motion information calculation unit (11) and a motion determination unit (12). Motion information is classified into kinematic information based on motion of a user (90), mechanical information based on force that the user (90) externally applies, and muscle activity information based on muscle activity of the user (90). The motion information calculation unit (11) calculates the classified motion state. The motion determination unit (12) determines motion using the classified motion state.

ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, 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))

(57) 要約: 運動支援装置 (10) は、動作情報算出部 (11)、および、動作判定部 (12) を備える。動作情報は、利用者 (90) の動作に基づく運動学的情報と、利用者 (90) が外部に与える力に基づく力学的情報と、利用者 (90) の筋活動に基づく筋活動情報と、に分類される。動作情報算出部 (11) は、分類された動作状態を算出する。動作判定部 (12) は、分類された動作状態を用いて、動作を判定する。

明 細 書

発明の名称：運動支援装置、および、運動支援方法

技術分野

[0001] 本発明は、利用者の動作を検出して、利用者の運動を支援する情報を生成する運動支援技術に関する。

背景技術

[0002] 特許文献 1 には、運動支援システムが記載されている。特許文献 1 の運動支援システムは、撮像装置、筋電計、および、処理装置を備える。

[0003] 撮像装置は、利用者の運動の様子を撮像し、処理装置に出力する。筋電計は、利用者の運動中の筋電位を計測し、処理装置に出力する。処理装置は、撮像された映像から、所定の動作が行われているかを推定し、筋電位から、筋収縮量が目標値に達しているかを推定する。処理装置は、これらから総合的に、利用者の運動を評価する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開 2 0 1 6 － 1 9 6 9 5 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、特許文献 1 に示すような従来の構成および方法では、映像や筋電位という計測データそのものを閾値と比較して、評価を行っている。このため、利用者への有効な運動支援情報を生成するための有効な判定を行うことが難かった。

[0006] したがって、本発明の目的は、運動支援のための有効な判定を行うことが可能な運動支援技術を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] この発明の運動支援装置は、動作情報算出部、および、動作判定部を備える。動作情報算出部は、利用者の動作に応じたセンサデータから動作情報を

算出する。動作判定部は、動作情報を用いて、動作を判定する。動作情報は、利用者の動作に基づく運動学的情報と、利用者が外部に与える力に基づく力学的情報と、利用者の筋活動に基づく筋活動情報と、に分類される。動作情報算出部は、分類された動作状態を算出する。動作判定部は、分類された動作状態を用いて、動作を判定する。

[0008] この構成では、利用者から得られた直接的なデータから、利用者の動作状態を表すデータが得られ、この動作状態を表すデータを用いて、動作が判定される。したがって、直接的なデータを用いる場合よりも、動作に則した判定が可能になる。そして、このような判定結果を用いることによって、運動支援情報は、利用者の現状をより正確に反映したものとなる。

発明の効果

[0009] この発明によれば、運動支援のための有効な判定を行うことができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]図1は、第1の実施形態に係る運動支援装置の構成を示す機能ブロック図である。

[図2]図2は、動作情報と計測物理量（センサデータ）とセンサ例との関係を示す表である。

[図3]図3（A）、図3（B）は、動作モデルのデータ構成の一例を示す図である。

[図4]図4は、動作情報、運動学的情報、力学的情報、筋活動情報、カメラ、各種センサの関係を示す図である。

[図5]図5（A）、図5（B）、図5（C）、図5（D）は、半身麻痺の患者の歩行訓練時の各種計測値の一例を示すグラフである。

[図6]図6は、フィードバックモデルのデータ構成の一例を示す図である。

[図7]図7は、動作情報の算出処理のフローチャートである。

[図8]図8は、動作の判定処理のフローチャートである。

[図9]図9は、フィードバック情報の生成処理のフローチャートである。

[図10]図10は、第2の実施形態に係る運動支援装置の構成を示す機能ブロ

ック図である。

発明を実施するための形態

[0011] (第1の実施形態)

本発明の第1の実施形態に係る運動支援技術について、図を参照して説明する。図1は、第1の実施形態に係る運動支援装置の構成を示す機能ブロック図である。本実施形態に係る運動支援装置および運動支援方法は、例えば、リハビリテーションにおけるバイオフィードバックに利用される。

[0012] 図1に示すように、運動支援装置10は、動作情報算出部11、動作判定部12、フィードバック情報生成部13、動作提示部19、動作モデルデータベース102、および、フィードバックモデルデータベース103を備える。運動支援装置10は、例えば、動作情報算出部11、動作判定部12、フィードバック情報生成部13、および、動作提示部19を実現する電子回路、動作情報算出部11、動作判定部12、フィードバック情報生成部13、および、動作提示部19の処理を実現するプログラムが記憶された記憶媒体と、当該プログラムを実行するCPU等の演算処理装置、動作を提示する表示器やスピーカ等、動作モデルデータベース102、および、フィードバックモデルデータベース103を実現する記憶媒体等によって実現される。なお、運動支援装置10の物理的な構成はこれに限るものではない。

[0013] (概略構成および概略処理)

動作情報算出部11は、センサ80から、利用者90の動作を検出したセンサデータを取得する。動作情報算出部11は、センサデータから動作情報を算出する。動作情報は、運動学的情報、力学的情報、および、筋活動情報に分類されている。

[0014] 動作判定部12は、動作情報と、動作モデルデータベース102からの動作モデルとを用いて、動作の判定を行う。判定に用いられる動作モデルは、動作提示部19が提示した基準動作が関連付けられた動作モデルである。

[0015] フィードバック情報生成部13は、動作の判定結果と、フィードバックモデルデータベース103からのフィードバックモデルとを用いて、フィード

バック情報を生成する。

[0016] 動作提示部 19 は、画像、映像、音声等を用いて、基準動作を利用者 90 に提示する。基準動作は、動作モデルデータベース 102 から得られる。

[0017] (運動支援の流れ)

利用者 90 は、動作提示部 19 によって提示された基準動作を参照して、動作（運動）を実行する。利用者 90 の動作は、センサ 80 によって検出される。

[0018] 動作情報算出部 11 は、センサデータから動作情報を算出する。動作判定部 12 は、基準動作が関連付けされた動作モデルと動作情報とを用いて、動作を判定する。

[0019] フィードバック情報生成部 13 は、動作の判定結果とフィードバックモデルとを用いて、フィードバック情報を生成し、利用者 90 に提示する。フィードバック情報は、利用者 90 の動作を基準動作に近づけるための要点情報である。

[0020] 利用者 90 は、提示されたフィードバック情報を参照して、再度、動作を行う。この動作は、再度、センサデータとして取得され、動作情報が算出される。この動作情報と動作モデルとによって、利用者 90 の動作は、再判定される。この判定結果に応じて、新たなフィードバック情報が生成されて、利用者 90 に提示される。

[0021] そして、上述の処理が繰り返されることによって、運動支援装置 10 は、利用者 90 の動作を基準動作に近づけるための運動支援を実現できる。すなわち、運動支援装置 10 は、バイオフィードバックを実現できる。

[0022] (具体的な構成および具体的な処理)

(動作情報算出部 11)

動作情報算出部 11 は、有線または無線によってセンサ 80 に接続する。センサ 80 は、利用者 90 に装着または利用者の動作を検出可能な位置に配置される。センサ 80 は、利用者 90 の動作に応じたセンサデータを生成し、動作情報算出部 11 に出力する。

- [0023] 動作情報算出部 11 は、センサデータを取得する。動作情報算出部 11 は、センサデータから、利用者 90 の動作の状態を表す動作情報を算出する。動作情報算出部 11 は、一般的な判定に必要な動作情報を算出するが、利用者 90 の運動可能状態（例えば、リハビリテーションの進行状態等）に基づいて、算出する動作情報を決定してもよい。すなわち、訓練対象の部位と、その部位の運動可能状態とに応じて、算出する動作情報を決定してもよい。これにより、動作情報算出部 11 は、センサデータの処理を抑制でき、ひいては、不必要なセンサの省略も可能になる。
- [0024] 図 2 は、分類された動作情報と計測物理量（センサデータ）とセンサ例との関係を示す表である。動作情報は、運動学的情報、力学的情報、および、筋活動情報を含む。動作情報とは、正しい動作（目標とする動作）をどの程度行えているか（判定対象の動作の質）を評価するための情報である。
- [0025] 運動学的情報は、利用者の動作に基づく情報である。力学的情報は、利用者が外部に与える力に基づく情報である。筋活動情報は、利用者の筋活動に基づく情報である。
- [0026] 運動学的情報は、動作そのものを評価する情報である。運動学的情報は、静的姿勢情報と動的姿勢情報とを有する。静的姿勢情報は、例えば、骨格座標や関節角度を含む。動的姿勢情報は、関節の回転速度や骨格座標の変位を含む。運動学的情報は、例えば、利用者の所定部位の加速度、角速度、回転量、変位、姿勢変位等から算出される。このため、運動学的情報を得るためのセンサ 80 は、例えば、加速度センサ、角速度センサ、ポテンシオメータ、カメラ、歪センサ等が有効である。一例として、関節の動きを示す運動学的情報は、加速度センサの検出値から所定の演算により静止状態の関節周辺の骨格の姿勢情報を算出し、角速度センサの検出値から関節角度の変化を算出することで、統合的に算出できる。
- [0027] 力学的情報は、動作パターンと、その動作が与える運動エネルギーとの関連を評価する情報である。力学的情報は、例えば、姿勢保持のための支持基底面に係る圧力等、外部対象物に対する圧力、外部対象物の変位量、変形量

等から算出される。このため、力学的情報を得るためのセンサ 80 は、例えば、歪センサ、圧力センサ、加速度センサ等が有効である。

[0028] 筋活動情報は、動作パターンと、その動作時の筋活動との関係性を評価する情報である。筋活動情報は、例えば、利用者の所定部位の筋電位等から算出される。このため、筋活動情報を得るためのセンサ 80 は、例えば、筋電センサが有効である。

[0029] 動作情報算出部 11 は、算出した動作情報を、動作判定部 12 に出力する。この際、動作情報は、上述の、運動学的情報、力学的情報、および、筋活動情報に分類された状態で出力される。

[0030] (動作モデルデータベース 102)

動作モデルデータベース 102 には、動作モデルが記憶されている。動作モデルデータベース 102 は、動作判定部 12 が判定を行う際に、次に示す、判定に必要な各種の情報を、動作判定部 12 に出力する。

[0031] 図 3 (A)、図 3 (B) は、動作モデルのデータ構成の一例を示す図である。動作モデルには、運動支援情報（フィードバック情報）の生成に必要な動作が記憶される。そして、図 3 (A) に示すように、動作には基準動作および課題が関連付けされ、課題には判定条件が関連付けられて、これらが動作モデルとして記憶される。さらに、図 3 (B) に示すように、判定条件には、必要動作情報、判定方法、および、判定基準が関連付けられて、記憶される。

[0032] 動作、基準動作、課題、判定条件には、所定の ID が割り当てられている。例えば、図 3 (A) に示すように、動作 ID 01 に対しては、これに関連付けされた基準動作 ID 01、課題 ID 11、および、課題 ID 12 が割り当てられる。課題 ID 11 に対しては、これに関連付けされた判定条件 ID 111、判定条件 ID 112、および、判定条件 ID 113 が割り当てられる。課題 ID 12 に対して判定条件 ID 121 が割り当てられる。これにより、動作、基準動作、課題、判定条件がそれぞれに複数存在しても、それぞれを容易に識別できる。

- [0033] 基準動作は、利用者に提示する動作を表すもの（文章、画像、動画、音声等）であり、後述の動作提示部 19 において利用される。課題は、例えば、基準動作を実現するために利用者 90 の動作が必要とする項目である。
- [0034] 課題には、その課題に対する判定条件が関連付けされている。判定条件は、関連付けされた課題を達成できているか否か、どの程度達成できているか、どの程度達成できていないかを判定するための項目である。
- [0035] 判定条件には、必要動作情報、判定方法、および、判定基準が関連付けされている。
- [0036] 必要動作情報は、判定を行うために必要な動作情報（運動学的情報、力学的情報、筋活動情報）を表す。例えば、判定対象動作のある課題の判定に対して、運動学的情報のみが必要であれば、必要動作情報としては、運動学的情報が設定される。
- [0037] 判定方法は、動作情報におけるどのような値を用いて、判定を行うかを表す。例えば、判定方法は、動作情報を表すデータの差分、データの相関度、データの変化傾向、データの変位点の時間的な位置等によって設定される。
- [0038] 判定基準は、判定を行うための基準値、条件等を表す。例えば、判定基準は、動作情報を表すデータの閾値、データ値の取り得る範囲等によって設定される。
- [0039] （動作判定部 12）
- 動作判定部 12 は、動作情報と動作モデルとを用いて、動作を判定する。この際、動作判定部 12 は、動作状態における運動学的情報、力学的情報、および、筋活動情報のうち、判定に必要な情報、すなわち、動作モデルの判定方法によって指定された情報を用いて、動作を判定する。
- [0040] 動作判定部 12 は、動作を判定して、判定結果として、課題レベルを算出する。課題レベルとは、例えば、課題をどの程度達成しているか、または、課題をどの程度達成できていないかを示す指標である。動作判定部 12 は、判定結果（課題レベル）を、フィードバック情報生成部 13 に出力する。
- [0041] 動作判定部 12 は、動作モデルに対して複数の課題が設定されていれば、

これら複数の課題のそれぞれに対して判定を行う。そして、動作判定部 12 は、課題毎に、判定結果（課題レベル）を算出する。

[0042] 一例として、半身麻痺の患者の歩行訓練において、膝の屈曲運動が上手くいかない患者に対する運動支援について説明する。図 4 は、動作情報、運動学的情報、力学的情報、筋活動情報、カメラ、各種センサの関係を示す図である。以下、図 4 を参照して説明する。

[0043] 動作情報は、例えば、歩行訓練時の静的バランス、動的バランス、および動作パターンを含む。

[0044] 静的バランスは、歩行訓練時の静止姿勢を保持する能力を示す指標である。静的バランスは、患者の静止姿勢時の膝の動作に関連する身体の各部位の骨格座標、関節角度、患者の静止姿勢時の外部に与える圧力、および、患者の静止姿勢時の筋活動に基づく。骨格座標、静止時の関節角度、関節の回転速度、骨格座標の変位は、運動学的情報に属する。外部に与える圧力は、力学的情報に属する。筋活動は、筋活動情報に属する。

[0045] 動的バランスは、歩行訓練時の動きながら（歩行しながら）転倒しない状態を保持する能力を示す指標である。動的バランスは、患者の歩行時の膝の動作に関連する身体の各部位の関節の回転速度、骨格座標系の変位、患者の歩行時の外部に与える圧力、および、患者の歩行時の筋活動に基づく。関節の回転速度、骨格座標系の変位は、運動学的情報に属する。外部に与える圧力は、力学的情報に属する。筋活動は、筋活動情報に属する。

[0046] 動作パターンは、歩行訓練時の動的姿勢、筋活動、外部圧力の一連の運動連鎖の状態を示す指標である。動作パターンは、歩行訓練時の膝の動作に関連する身体の各部位の関節の回転速度、骨格座標系の変位、歩行訓練時の外部に与える圧力、および、歩行訓練時の筋活動に基づく。関節の回転速度、骨格座標系の変位は、運動学的情報に属する。外部に与える圧力は、力学的情報に属する。筋活動は、筋活動情報に属する。

[0047] 上述の運動学的情報に属する各種の計測データは、患者に装着された各種のセンサ、患者を撮像したカメラによって計測される。例えば、骨格座標は

、カメラによって計測される。静止時の関節角度は、加速度センサ、ポテンシオメータ、カメラによって計測される。関節の回転速度は、ジャイロセンサ（姿勢センサ）、ポテンシオメータ、カメラによって計測される。骨格座標の変位は、加速度センサ、カメラによって計測される。各種センサは、患者の膝のみでなく、歩行時に関係する身体の部位（例えば、足首、股関節等）に装着される。

[0048] 上述の力学的情報に属する外部に与える圧力は、患者の歩行訓練時に利用する床、各種治具（例えば、踵用のサポータ、歩行訓練用の靴、歩行訓練用のウォーキングマシン（動く床））に備えられた歪みセンサによって計測される。

[0049] 上述の筋活動情報に属する筋活動は、患者に装着された筋電センサによって計測される。筋電センサは、例えば、前脛骨筋、腓腹筋を有する身体の部位の表面に装着される。

[0050] このように計測された運動学的情報の計測データ、力学的情報の計測データ、および、筋活動情報の計測データには、対応付けされた動作情報（静的バランス、動的バランス、および動作パターン）に応じた判定基準が設定される。

[0051] 判定基準は、動作状態の達成度に応じて設定されている。すなわち、訓練対象の動作を行っている場合に計測データが所定範囲内に入れば、この動作を達成していると判断できるように、判定基準は、設定される。例えば、訓練対象の動作を行っている時に、計測対象の関節角度が所定範囲に入っているか否かによって判定基準は設定され、入っていれば、この判定基準を満たしていると判定され、入っていなければ、この判定基準を満たしていないと判定される。

[0052] そして、静的バランスの判定では、静的バランス（静止姿勢の保持）に対応付けされた運動学的情報、力学的情報、筋活動情報の各計測データに対して、静的バランスの判定に対応した判定基準が設定されている。例えば、静的バランスの判定を行うための複数の判定基準（課題）を設定し、複数の判

定基準（課題）毎に、必要となる計測データの判定結果を組み合わせる。

[0053] 例えば、複数の判定基準の一つとして骨格座標を用いた判定の場合、踵の骨格座標が膝の骨格座標よりも前にして規定時間維持すれば、判定結果を達成とみなす。すなわち、踵の骨格座標が膝の骨格座標よりも前にあること、この状態を規定時間維持することが、判定基準となる。

[0054] また、例えば、複数の判定基準の一つとして関節角度を用いた判定の場合、関節角度を90度以下で規定時間維持すれば判定結果を達成とみなす。また、関節角度が90度以下であること、この状態を規定時間維持することが、判定基準となる。

[0055] 次に、複数の判定基準（課題）毎に、判定結果の達成度（判定基準を満たしている判定結果の割合等）を検出する。この判定結果の達成度を用いることで、静的バランスの判定が実現される。この際、単に判定基準を満たしているかどうかの判定だけでなく、どの程度判定基準を満たしているかの判定を用いてもよい。このようにして、静的バランスの判定は、運動学的情報、力学的情報、筋活動情報の各計測データを用いて、統合的に行われる。

[0056] 動的バランス（一定の歩行状態の保持）の判定では、動的バランスに対応付けされた運動学的情報、力学的情報、筋活動情報の各計測データに対して、動的バランスの判定に対応した判定基準が設定されている。そして、動的バランスの判定は、上述の静的バランスの判定と同様に、運動学的情報、力学的情報、筋活動情報の各計測データを用いて、統合的に行われる。

[0057] 動作パターン（運動の連鎖状態）の判定では、動作パターンに対応付けされた運動学的情報、力学的情報、筋活動情報の各計測データに対して、動作パターンの判定に対応した判定基準が設定されている。そして、動作パターンの判定は、上述の静的バランスおよび動的バランスの判定と同様に、運動学的情報、力学的情報、筋活動情報の各計測データを用いて、統合的に行われる。

[0058] （具体的な動作パターンによる判定の基準を示す一例）

図5（A）、図5（B）、図5（C）、図5（D）は、半身麻痺の患者の

歩行訓練時の各種計測値の一例を示すグラフである。図5（A）、図5（B）、図5（C）、図5（D）は、荷重応答期を示すグラフである。図5（A）は、股関節の関節角度を示し、図5（B）は、膝関節の関節角度を示し、図5（C）は、足関節（踝）の関節角度を示し、図5（D）は、腓腹筋の筋電位を示す。図5（A）、図5（B）、図5（C）、図5（D）において、実線は歩行訓練者の計測値を示し、破線は健常者の計測値を示す。

[0059] 半身麻痺の患者の歩行訓練の場合、足関節の背屈動作が十分に行えていないことが原因となり、麻痺側の大腿を高く上げて踏み出すことで、動作としては股関節や膝関節の動きが大きく目立つ。そして、原因である足関節は、大きくは駆動しておらず、駆動しにくい足関節を補うように他の部位で代償動作を行っている。例えば、動作しにくい足関節を引きずらないように、麻痺側の大腿を高く持ち上げて足を踏み出すことで、荷重応答期の初期状態（接地時）の股関節・膝関節が屈曲位となる（図5（A）、図5（B）、図5（C）参照）。また、麻痺が原因で筋肉の制御が困難であることから、足関節の背屈を行うための主動作筋である前脛骨筋と同時に拮抗筋である腓腹筋が収縮している（図5（D）参照）。

[0060] このように、各種の計測値が半身麻痺の患者と健常者とで異なるので、これらの半身麻痺の患者に特徴的な計測値を用いることによって、判定を行うことができる。そして、後述する運動支援では、この計測値が健常者の計測値に近づくようにフィードバックすることで、適切な運動支援を行うことができる。

[0061] なお、上述の説明では歩行訓練の場合を示したが、例えば、アスリートのトレーニング等にも、運動支援装置10の構成および処理を適用することができる。この場合、上述の静的バランス、動的バランス、動作パターンを、訓練対象のアスリートが行う運動（スポーツ）に応じたものにすればよい。そして、上述の運動学的情報、力学的情報、および、筋活動情報は、アスリートが行う運動に応じたものとし、各種センサは、アスリートの身体における訓練対象の運動に応じた箇所に装着すればよい。

- [0062] 例えば、訓練対象が器械体操の場合、器械体操（床運動、鉄棒等）時の静止姿勢、動作姿勢、動作パターンをそれぞれ静的バランス、動的バランス、動作パターンに対応させて設定する。そして、運動学的情報として、対象とする器械体操時に関連する関節の角度、回転速度を計測し、力学的情報として、器械体操時に使用する床や器具への圧力を計測し、筋活動情報として、器械体操時に使用する筋肉（略全身の筋肉）の筋活動を計測する。そして、判定基準は、例えば、対象とする器械体操の得点に応じて設定する。
- [0063] これにより、運動支援装置 10 は、アスリートが器械体操の訓練対象種目において高得点が得られるような運動支援のための有効な判定を行うことができる。そして、運動支援装置 10 は、この判定結果を用いることで、訓練対象の種目の動作に対する高得点を得られる有効な課題を設定できる。そして、運動支援装置 10 は、後述のフィードバックを適用することで、対象種目において高得点が得られる訓練を行えるように、有効な運動支援を行うことができる。
- [0064] 以上のように、本実施形態の構成および処理を用いることで、運動支援装置 10 は、利用者 90 の動作から得られる各センサの計測データを直接用いず、支援対象の動作に応じた動作情報（運動学的情報、力学的情報、筋活動情報）を用いて、動作を判定する。したがって、運動支援装置 10 は、支援対象の動作をより正確に反映した判定を行うことができる。この判定結果を用いることによって、運動支援装置 10 は、利用者 90 にとって有効な運動支援情報を生成できる。
- [0065] また、この構成および処理を用いることで、運動支援装置 10 は、判定結果として、課題の達成度や未達成度を表す指標（課題レベル）を出力する。これにより、運動支援装置 10 は、判定結果として、単純に課題が達成できているか否かを出力するよりも、運動支援に有効な判定結果を出力できる。この判定結果を用いることによって、運動支援装置 10 は、利用者 90 にとってさらに有効な運動支援情報を生成できる。
- [0066] 特に、運動支援装置 10 では、センサデータを用いた直接的な判定を用い

ず、動作に則した動作情報に変換して判定を行っている。したがって、運動支援装置 10 は、上述のような課題レベルを用いた判定を、より正確に且つより容易に実現できる。例えば、複雑な動作の判定のように、複数のセンサデータを必要とするような場合であっても、運動支援装置 10 は、より正確に且つより容易に判定できる。

[0067] より具体的には、従来のように、単純にセンサデータをそのまま用いる場合には、膝等の訓練対象の各部位の動きを検出できるが、このセンサデータから有効な運動支援情報を得るには、例えば、このセンサデータの利用方法に熟知したオペレータ（例えば、理学療法士）による解釈が必要であった。また、オペレータを介さない場合には、このセンサデータから有効な運動支援情報を得るには、センサデータに対する判定処理がより複雑になり、正確な判定結果を得るのは容易ではなかった。

[0068] 一方、本願発明のように動作状態を判定に用いることによって、例えば、判定処理を系統化でき、データベース化し易く、判定処理が容易になる。また、判定処理が容易になり、判定対象の動作状態が系統化された状態で蓄積されていくので、判定結果の精度が向上し易い。したがって、本願発明のような構成および処理を用いることによって、利用者 90 にとって有効な運動支援情報を生成できる。さらに、判定結果として、動作に則した課題の達成レベル、未達成レベルを得ることは、センサデータそのものを用いるよりも、動作状態を用いる方が容易であり、判定結果は、より正確になる。

[0069] 一例として、半身麻痺の患者の歩行訓練において、膝の屈曲運動が上手くいかない場合に、本願発明の構成および処理は、次のような有効性を有する。

[0070] 従来の構成では、膝と、歩行における膝の動きに関連する部位の状態とは、センサデータとして得られる。しかしながら、これでは、歩行動作に対する判定は、容易でなく、処理が複雑になり、判定結果も高い精度を得にくい。

[0071] 一方、本願発明の構成および処理では、歩行動作そのものを判定の対象に

できる。したがって、判定は、より容易になり、精度も高め易くなる。また、歩行動作を判定対象とすることで、膝の屈曲運動に対しても、足首の回転、前脛骨筋の収縮、腓腹筋の収縮等、膝で無い箇所に対する判定条件も含められ、膝の屈曲運動に対して、統合的な判定を行うことができる。例えば、膝の屈曲運動が所定の動作とならない理由が、足首の回転動作によるものであったり、前脛骨筋の収縮や腓腹筋の収縮のタイミングによるものであったりすることを、判定できる。さらに、これらに課題レベルを設定することで、その不具合の度合いを、より正確に判定できる。

[0072] (フィードバックモデルデータベース 103)

フィードバックモデルデータベース 103 には、フィードバックモデルが記憶される。図 6 は、フィードバックモデルのデータ構成の一例を示す図である。図 6 に示すように、課題 (課題 ID) 毎に、複数の課題レベルが関連付けられ、各課題レベルには、フィードバック情報、重要度、複雑度が関連付けられ、これらが、フィードバックモデルとして記憶される。

[0073] 課題レベルは、課題の達成度 (達成レベル) または未達成度 (未達成レベル) で設定される。例えば、課題レベル 1、課題レベル 2、課題レベル 3 と設定した場合、課題レベル 1、課題レベル 2、課題レベル 3 の順に、未達成度が高くなる。言い換えれば、達成レベルに達するまでの困難度が高くなる。

[0074] フィードバック情報は、文章、音声、画像、映像等によって実現される。フィードバック情報は、基準動作とは異なり、要点情報である。要点情報とは、利用者 90 の動作 (運動) を基準動作に近づけるように改善するための情報である。したがって、課題レベルが異なれば、フィードバック情報も異なる。

[0075] 重要度とは、利用者 90 の動作を基準動作に近づけるために提示すべき重要さに基づいて設定される。複雑度は、フィードバック情報によって提示する動作の複雑さ (難しさ) に基づいて設定される。

[0076] (フィードバック情報生成部 13)

フィードバック情報生成部 13 は、判定結果とフィードバックモデルとを用いて、フィードバック情報を生成する。より具体的には、フィードバック情報生成部 13 は、課題 ID を参照して、判定結果に対応する課題レベルを検出する。フィードバック情報生成部 13 は、課題レベルに応じたフィードバック情報、重要度、複雑度を抽出する。

[0077] フィードバック情報生成部 13 は、課題レベル、重要度、および、複雑度から、フィードバックの優先度を設定する。フィードバック情報生成部 13 は、フィードバックの優先度の設定を、課題（課題 ID）毎に設定する。

[0078] フィードバック情報生成部 13 は、優先度を用いて、提示するフィードバック情報を決定する。例えば、フィードバック情報生成部 13 は、優先度が最も高いフィードバック情報を提示するように決定する。または、フィードバック情報生成部 13 は、優先度の合算値が、所定閾値以内となる範囲で、優先度の高い順にフィードバック情報を選択する。そして、フィードバック情報生成部 13 は、選択したフィードバック情報を提示する。

[0079] このような構成および処理を行うことによって、運動支援装置 10 は、利用者 90 の状態（例えば、回復状態）に応じて、適したフィードバック情報を生成し、利用者 90 に提示できる。すなわち、運動支援装置 10 は、利用者 90 にとってより有効な運動支援情報（フィードバック情報）を生成して、提示できる。

[0080] （運動支援方法）

上述の説明では、運動支援の処理を、複数の機能部によって実現する態様を示した。しかしながら、上述の処理をプログラム化して記憶媒体等に記憶し、演算処理装置がこのプログラムを実行することによって、上述の運動支援の処理を実現することも可能である。この場合、演算処理装置は、例えば、次の図 7、図 8、図 9 に示すフローを実行すればよい。なお、各処理の具体的な内容は、上述しており、上述した内容を同様の内容については説明を省略する。

[0081] 図 7 は、動作情報の算出処理のフローチャートである。図 8 は、動作の判

定処理のフローチャートである。図9は、フィードバック情報の生成処理のフローチャートである。

[0082] 図7に示すように、動作情報の算出処理として、演算処理装置は、利用者90に対するセンサデータを取得する(S11)。演算処理装置は、センサデータから、運動学的情報、力学的情報、および、筋活動情報に分類して、動作情報を算出する(S12)。

[0083] 図8に示すように、動作の判定処理として、演算処理装置は、判定対象動作を設定する(S21)。演算処理装置は、判定対象動作に対する課題を設定する(S22)。演算処理装置は、課題に対する判定条件を設定する(S23)。演算処理装置は、判定条件と動作情報とを用いて、動作を判定し、課題レベルを算出する(S24)。

[0084] 演算処理装置は、判定終了条件を満たしていなければ(S25:NO)、上述の課題の設定処理以降を繰り返し、判定終了条件を満たしていれば(S25:YES)、判定を終了する。判定終了条件は、例えば、判定対象動作に設定された全ての課題に対する判定が終了したか否かで設定される。全ての課題が判定されれば、判定終了と判断される。

[0085] 図9に示すように、フィードバック情報の生成処理として、演算処理装置は、課題IDとこれに対応する課題レベルを取得する(S31)。演算処理装置は、課題レベルに対する重要度と複雑度を取得する(S32)。

[0086] 演算処理装置は、課題ID毎に優先度を設定する(S33)。演算処理装置は、優先度を用いて、フィードバック情報を決定する(S34)。

[0087] (第2の実施形態)

本発明の第2の実施形態に係る運動支援技術について、図を参照して説明する。図10は、第2の実施形態に係る運動支援装置の構成を示す機能ブロック図である。

[0088] 図10に示すように、第2の実施形態に係る運動支援装置10Aは、第1の実施形態に係る運動支援装置10に対して、フィードバック情報生成部13、フィードバックモデルデータベース103を省略した点、動作提示部1

9 Aを外部に設ける点で異なる。この場合は、例えば、動作モデルデータベース102は、動作提示部19Aから基準動作IDを受け、この基準動作IDに関連付けられた動作IDの動作モデルを、動作判定部12に出力すればよい。

[0089] このような構成では、運動支援装置10Aは、課題レベルを利用者90に対して提示する。利用者90は、課題レベルから次の動作を実行する。このような構成でも、フィードバック情報は出力されないものの、従来構成および処理と比較して、運動支援装置10Aは、利用者90にとって有効な運動支援情報を生成できる。

[0090] なお、上述の構成では、センサ80は、運動支援装置に含まれていないが、含まれていてもよい。

[0091] また、動作モデルデータベース102およびフィードバックモデルデータベース103は、運動支援装置外のネットワーク上に備えられていてもよい。

符号の説明

[0092] 10、10A：運動支援装置

11：動作情報算出部

12：動作判定部

13：フィードバック情報生成部

19、19A：動作提示部

80：センサ

90：利用者

102：動作モデルデータベース

103：フィードバックモデルデータベース

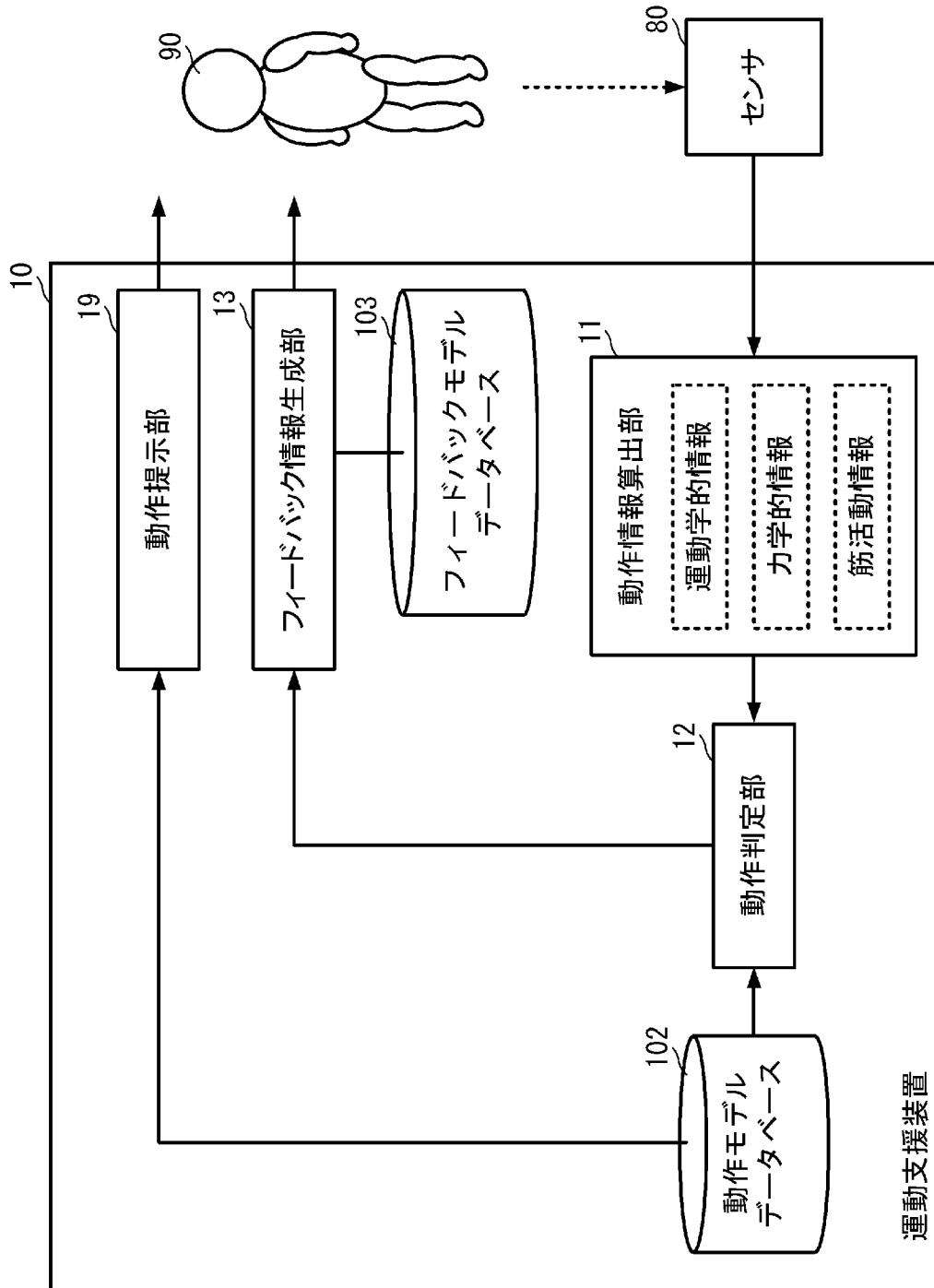
請求の範囲

- [請求項1] 利用者の動作に応じたセンサデータから動作情報を算出する動作情報算出部と、
- 前記動作情報を用いて、動作を判定する動作判定部と、
- を備え、
- 前記動作情報は、
- 前記利用者の動作に基づく運動学的情報と、
- 前記利用者が外部に与える力に基づく力学的情報と、
- 前記利用者の筋活動に基づく筋活動情報と、に分類され、
- 前記動作情報算出部は、前記分類された動作状態を算出し、
- 前記動作判定部は、前記分類された動作状態を用いて、動作を判定する、
- 運動支援装置。
- [請求項2] 前記動作情報算出部は、
- 前記利用者の運動可能状態に応じて、前記動作情報を算出する、
- 請求項 1 に記載の運動支援装置。
- [請求項3] 前記利用者の動作に対する基準動作、前記動作の課題、および、前記課題の判定条件を記憶する動作モデルデータベースを備え、
- 前記動作判定部は、
- 前記基準動作、前記動作の課題、および、前記課題の判定条件と、
- 前記動作情報とを用いて、動作を判定する、
- 請求項 1 または請求項 2 に記載の運動支援装置。
- [請求項4] 前記動作判定部は、
- 前記判定の結果として、課題の未達成レベルまたは達成レベルを算出する、
- 請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載の運動支援装置。
- [請求項5] 前記判定の結果に基づいて、前記利用者の運動の改善のためのフィードバック情報を生成するフィードバック情報生成部を備える、

請求項 1 乃至請求項 4 のいずれかに記載の運動支援装置。

[請求項6] 利用者の動作に応じたセンサデータから動作情報を算出する動作情報算出ステップと、
前記動作情報を用いて、動作を判定する判定ステップ、
を有し、
前記動作情報算出ステップは、
前記動作情報として、
前記利用者の動作に基づく運動学的情報と、
前記利用者が外部に与える力に基づく力学的情報と、
前記利用者の筋活動に基づく筋活動情報と、に分類して算出し、
前記判定ステップは、
前記分類された動作情報を用いて、動作を判定する、
運動支援方法。

[図1]

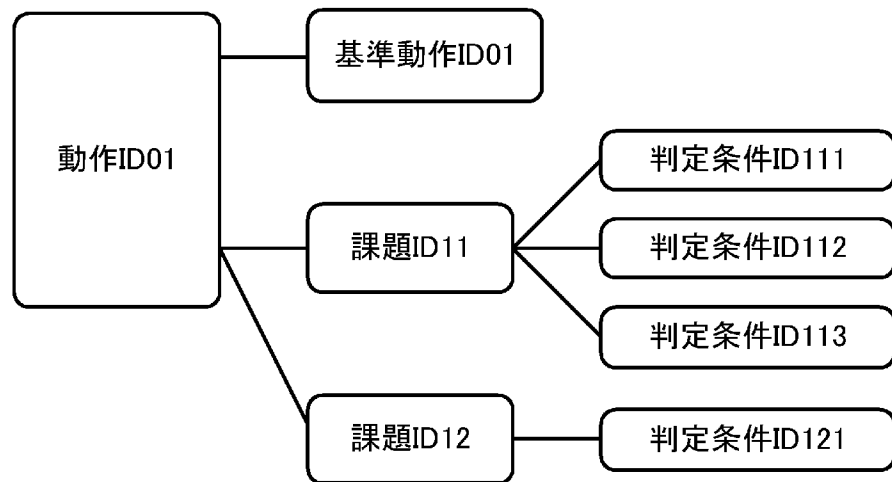


[図2]

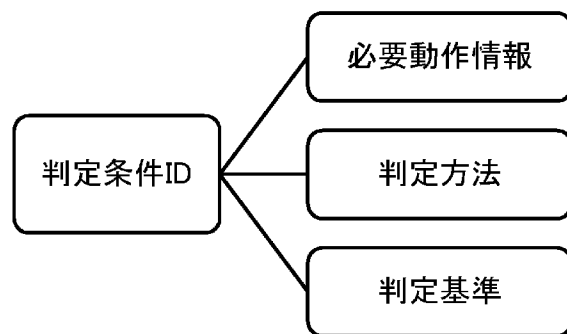
動作情報	計測物理量	センサ例
運動学的情報	利用者の所定部位の加速度、角速度、回転量、変位、姿勢変化	加速度センサ、角速度センサ、ポテンショメータ、カメラ、歪センサ
力学的情報	外部対象物に対する圧力、外部対象物の変位量、変形量	歪センサ、圧力センサ、加速度センサ
筋活動情報	利用者の所定部位の筋電位	筋電センサ

[図3]

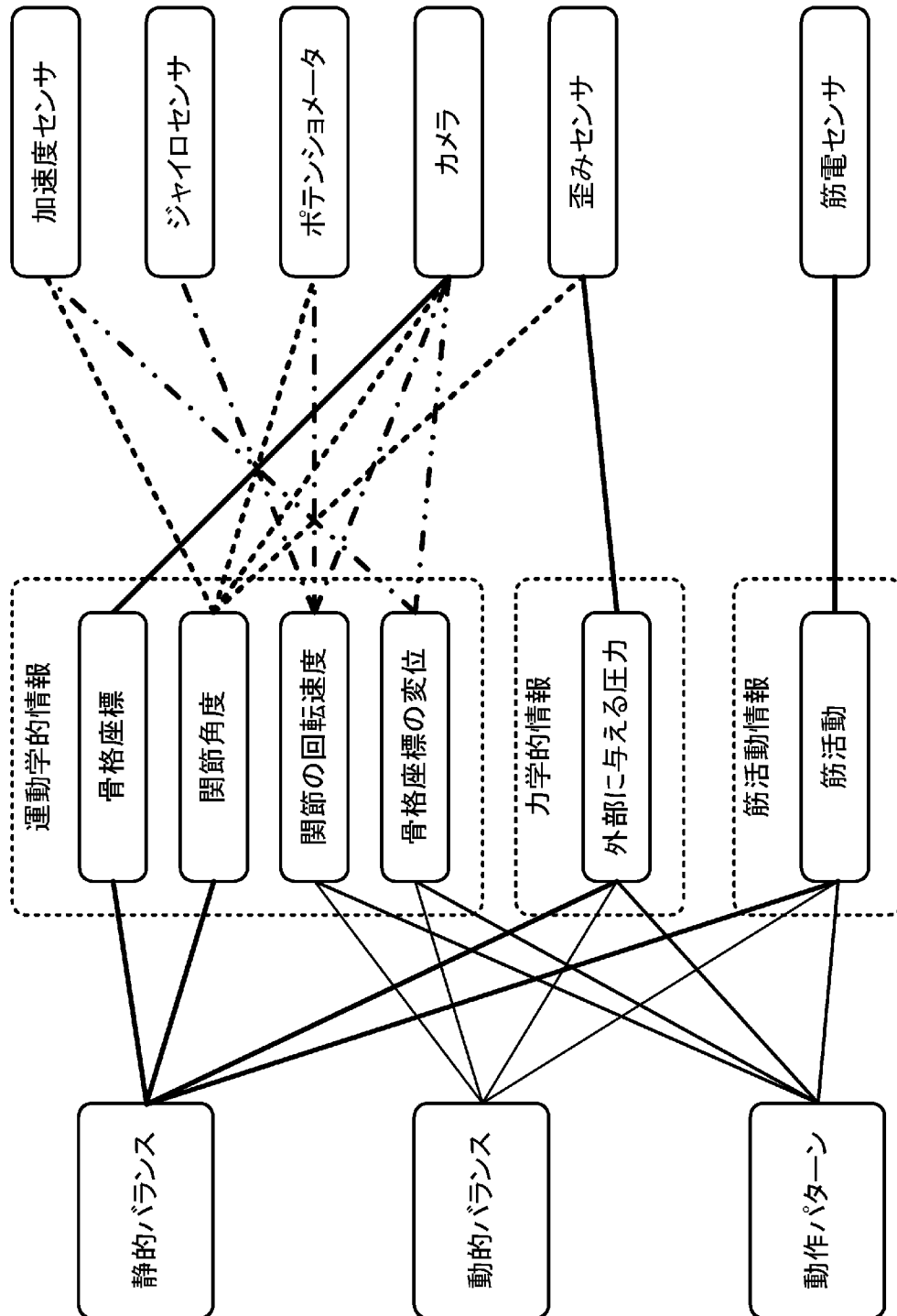
(A)



(B)

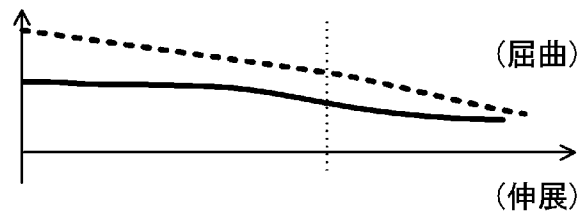


[図4]

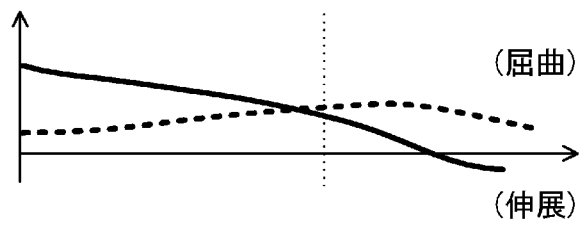


[図5]

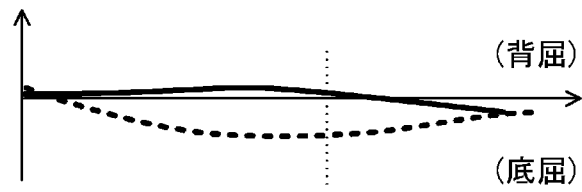
(A) 股関節



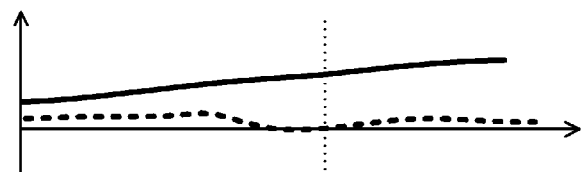
(B) 膝関節



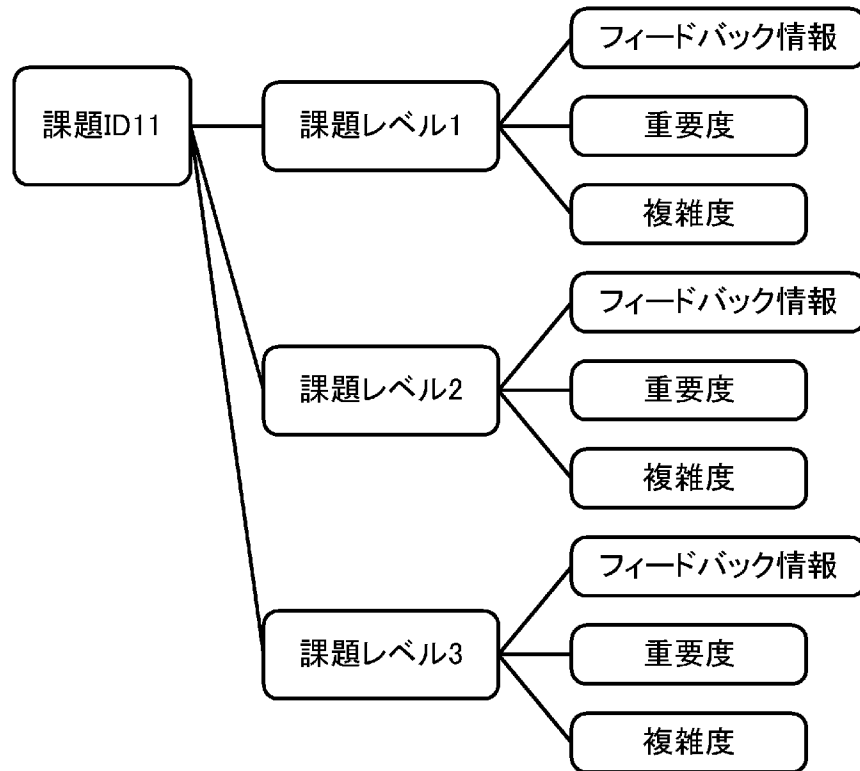
(C) 足関節



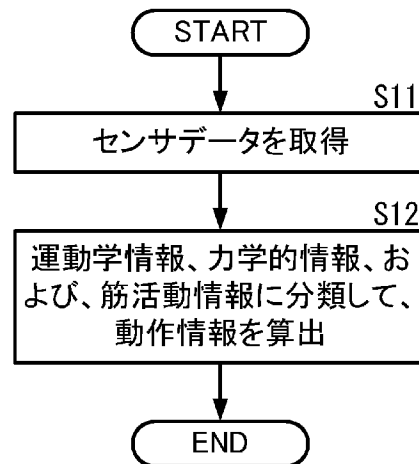
(D) 腓腹筋



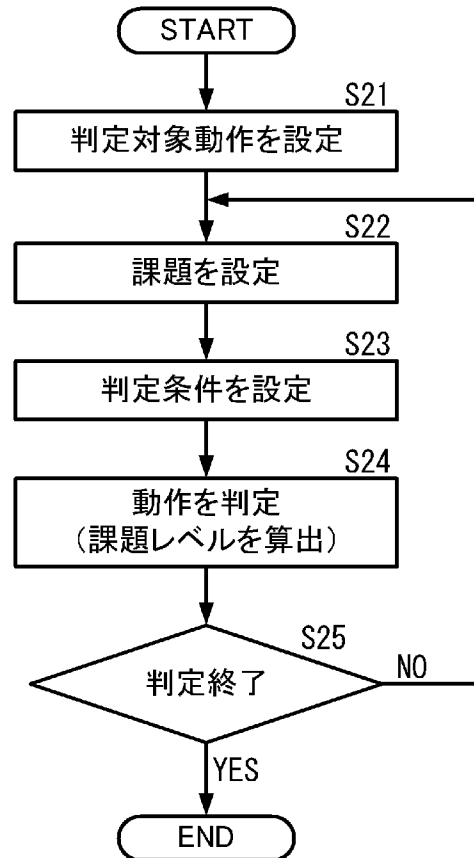
[図6]



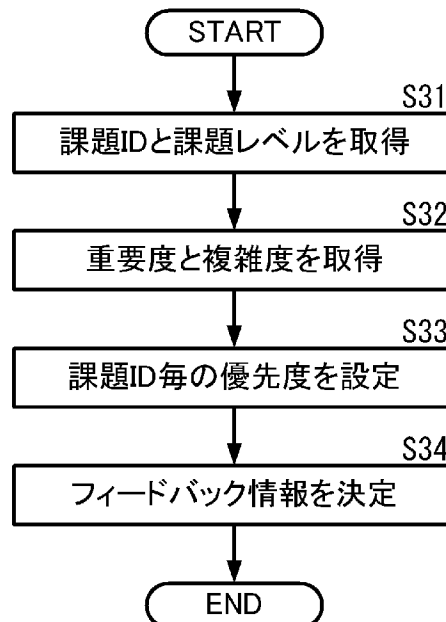
[図7]



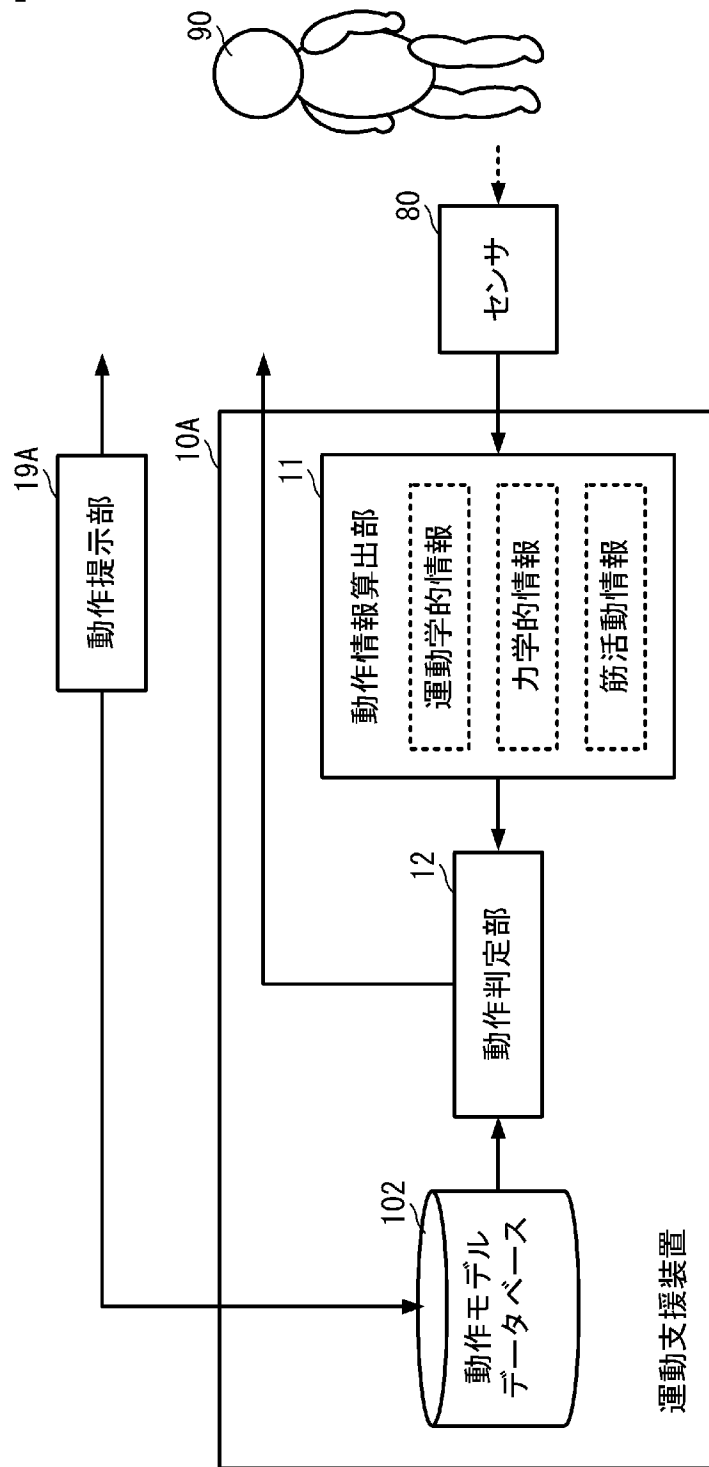
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/018238

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**A63B 69/00**(2006.01)i; **A63B 71/06**(2006.01)i

FI: A63B71/06 M; A63B69/00 C

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)

A63B69/00; A63B71/06

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2021
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2021
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

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.
X	WO 2019/008771 A1 (TAKAGI, Rika) 10 January 2019 (2019-01-10) abstract, claims, paragraphs [0001]-[0010], [0026], [0041], [0046], [0054], [0059]-[0149]	1-6
X	JP 2007-526030 A (MOTORIKA LIMITED) 13 September 2007 (2007-09-13) abstract, claims, paragraphs [0001]-[0059], [0061]-[0071], [0087]-[0173]	1-6
A	US 2020/0107754 A1 (INSTITUTE FOR INFORMATION INDUSTRY) 09 April 2020 (2020-04-09) abstract, claims, paragraphs [0004], [0025]-[0070]	1-6
A	JP 2006-149468 A (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS, LIMITED) 15 June 2006 (2006-06-15) abstract, claims, paragraphs [0040]-[0053]	1-6
A	CN 109731316 A (ZHANG, Haoxiang) 10 May 2019 (2019-05-10) abstract, claims, paragraphs [0001]-[0007], [0042]-[0053]	1-6
A	JP 2009-106537 A (PANASONIC ELECTRIC WORKS COMPANY LIMITED) 21 May 2009 (2009-05-21) abstract, claims, paragraphs [0001]-[0063]	1-6

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

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
 “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)
 “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

“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
 “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
 “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
 “&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 June 2021

Date of mailing of the international search report

06 July 2021

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/018238

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2019-150545 A (MTG KABUSHIKI KAISHA) 12 September 2019 (2019-09-12) abstract, claims, paragraphs [0001]-[0006], [0018]-[0020], [0023], [0043]-[0048], [0052]-[0057], [0070]-[0087]	1-6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/018238

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2019/008771	A1	10 January 2019	US 2020/0155900 A1 abstract, claims, paragraphs [0001]-[0009], [0025], [0051], [0056], [0064], [0069]-[0159]	
JP	2007-526030	A	13 September 2007	US 2008/0242521 A1 abstract, claims, paragraphs [0001]-[0078], [0093]-[0103], [0119]-[0209] EP 1729858 B1 WO 2005/074369 A2 KR 10-2007-0054595 A	
US	2020/0107754	A1	09 April 2020	EP 3636153 A1 CN 111001144 A	
JP	2006-149468	A	15 June 2006	(Family: none)	
CN	109731316	A	10 May 2019	(Family: none)	
JP	2009-106537	A	21 May 2009	(Family: none)	
JP	2019-150545	A	12 September 2019	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） A63B 69/00(2006.01)i; A63B 71/06(2006.01)i FI: A63B71/06 M; A63B69/00 C		
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）） A63B69/00; A63B71/06		
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 1971-2021年 日本国実用新案登録公報 1996-2021年 日本国登録実用新案公報 1994-2021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
X	WO 2019/008771 A1 (高木 りか) 10.01.2019 (2019-01-10) 要約, 特許の範囲, 段落[0001]-[0010], [0026], [0041], [0046], [0054], [0059]-[0149]	1-6
X	JP 2007-526030 A (モトリカ インク) 13.09.2007 (2007-09-13) 要約, 特許請求の範囲, 段落[0001]-[0059], [0061]-[0071], [0087]-[0173]	1-6
A	US 2020/0107754 A1 (INSTITUTE FOR INFORMATION INDUSTRY) 09.04.2020 (2020-04-09) 要約, 特許請求の範囲, 段落[0004], [0025]-[0070]	1-6
A	JP 2006-149468 A (松下電工株式会社) 15.06.2006 (2006-06-15) 要約, 特許請求の範囲, 段落[0040]-[0053]	1-6
A	CN 109731316 A (ZHANG, Haoxiang) 10.05.2019 (2019-05-10) 要約, 特許請求の範囲, 段落[0001]-[0007], [0042]-[0053]	1-6
A	JP 2009-106537 A (パナソニック電工株式会社) 21.05.2009 (2009-05-21) 要約, 特許請求の範囲, 段落[0001]-[0063]	1-6
☒ 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 “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 “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 “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） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “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 “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 “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 17.06.2021		国際調査報告の発送日 06.07.2021
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 榎 俊秋 2D 3817 電話番号 03-3581-1101 内線 3241

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 2019-150545 A (株式会社MTG) 12.09.2019 (2019 - 09 - 12) 要約, 特許請求の範囲, 段落[0001]-[0006], [0018]-[0020], [0023], [0043]-[0048]], [0052]-[0057], [0070]-[0087]	1-6

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/018238

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2019/008771	A1	10.01.2019	US 2020/0155900 A1 要約, 特許請求の範囲, 段落[0001]-[0009], [0025], [0051], [0056], [0064], [0069]-[0159]	
JP	2007-526030	A	13.09.2007	US 2008/0242521 A1 要約, 特許請求の範囲, 段落[0001]-[0078], [0093]-[0103], [0119]-[0209] EP 1729858 B1 WO 2005/074369 A2 KR 10-2007-0054595 A	
US	2020/0107754	A1	09.04.2020	EP 3636153 A1 CN 111001144 A	
JP	2006-149468	A	15.06.2006	(ファミリーなし)	
CN	109731316	A	10.05.2019	(ファミリーなし)	
JP	2009-106537	A	21.05.2009	(ファミリーなし)	
JP	2019-150545	A	12.09.2019	(ファミリーなし)	