

(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
2024年1月4日(04.01.2024)



(10) 国際公開番号
WO 2024/005183 A1

(51) 国際特許分類:
A63B 69/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/024351

(22) 国際出願日: 2023年6月30日(30.06.2023)

(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 2022-107104 2022年7月1日(01.07.2022) JP

(71) 出願人: リオモ インク(**LEOMO, INC.**) [US/US];
80301 コロラド州ボルダーセントラルアベ
ニュー 2 0 0 0 Colorado (US).

(72) 発明者: 加地 邦彦(**KAJI Kunihiko**); 〒1500001
東京都渋谷区神宮前 3 - 2 6 - 3 リオモ
インク日本支店内 Tokyo (JP).

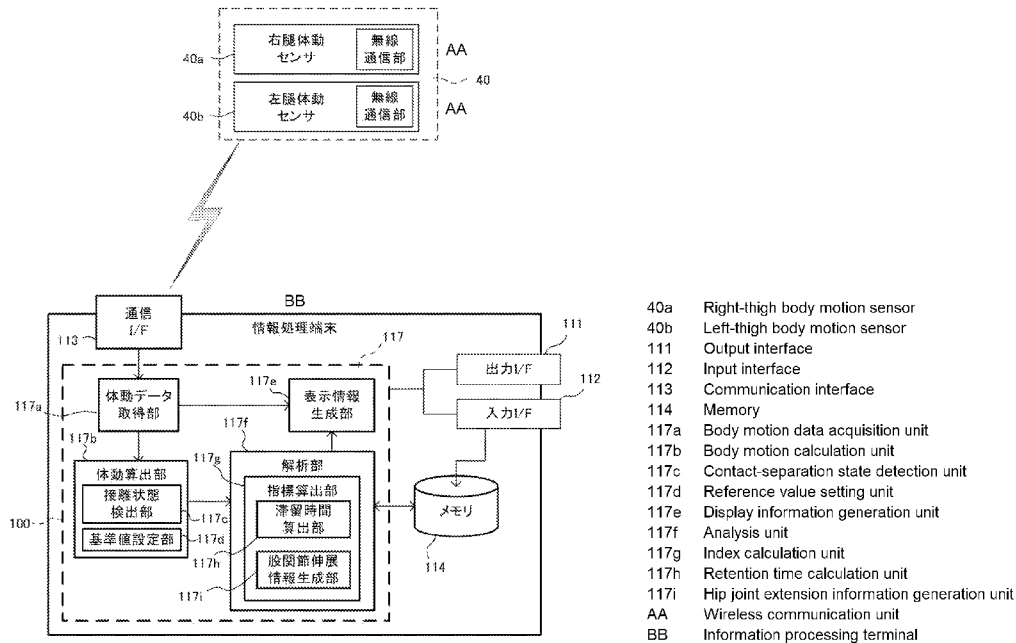
(74) 代理人: 佐々木 敦朗(**SASAKI Atsurou**);
〒2310021 神奈川県横浜市中区日本大通
1 4 番 K N 日本大通ビル 3 階 横浜弁
理士事務所 Kanagawa (JP).

(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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC,
EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,
HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) **Title:** RUNNING FORM ASSESSMENT SYSTEM, PROGRAM, AND METHOD

(54) 発明の名称: ランニングフォーム評価システム、プログラム及び方法

[図3]



(57) **Abstract:** [Problem] To detect the timing and the degree of extension of a hip joint in a running motion and to analyze a running form in detail in an advanced manner. [Solution] The present invention comprises: a plurality of body motion sensors 40a, 40b that are mounted on femoral regions of a wearer and that can detect three-dimensional displacement or rotation at respective sites; a contact-separation state detection unit 117c that detects ground separation of each of the legs of the wearer on the basis of detection results, and extracts, as contact-separation data, each detection result concerning

[続葉有]

MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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,
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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))

the detected ground separation; an index calculation unit 117g that, from the contact-separation state data extracted by the contact-separation state detection unit 117c, calculates an index for assessing a running form on the basis of motion following the ground separation of each of the legs involved in said ground separation; and an output device for displaying or outputting said index.

(57) 要約: 【課題】ランニング動作について、股関節の伸展度合いやタイミングを検出し、ランニングフォームをより高度且つ精細に解析する。【解決手段】装着者の両脚大腿部のそれぞれに装着され、各部位の三次元的な変位又は回転を検出可能な複数の体動センサー40a, 40bと、検出結果に基づいて装着者の脚の離地を検出し、検出された離地に係る各検出結果を接離状態データとして抽出する接離状態検出部117cと、接離状態検出部117cが抽出した接離状態データから、当該離地に係る脚の離地後における挙動に基づいて、ランニングフォームを評価する指標を算出する指標算出部117gと、指標を表示又は出力する出力デバイスとを備える。

明 細 書

発明の名称：

ランニングフォーム評価システム、プログラム及び方法

技術分野

[0001] 本発明は、股関節の伸展の解析を応用したランニングフォームを評価するためのシステム、プログラム及び方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、ランニング競技における動作解析では、例えば、特許文献１に開示されたような、競技者が身体に加速度センサーを装着し、身体の動きを計測することで床反力計の計測を代替するという試みもされている。この特許文献１に開示された運動解析システムでは、被験者の胴体部分（例えば、右腰、左腰、又は腰の中央部）に、慣性計測ユニット（IMU：Inertial Measurement Unit）を内蔵した運動解析装置を装着し、被験者の走行（歩行も含む）における動きを捉えて、速度、位置、姿勢角（ロール角、ピッチ角）等を計算し、さらに、被験者の運動を解析し、被験者の走行状態（各種走行情報）を算出後、走行状態の変化点を検出し、走行状態の変化点を含む走行情報である運動解析情報を生成する。

[0003] このような特許文献１に開示されたシステムによれば、例えば、被験者の走行運動における着地、踏込、離地等の特徴点を検出することができる。具体的には、上下方向加速度（加速度センサーの z 軸の検出値）が正值から負値に変化するタイミングで着地を検出し、着地の後、上下方向加速度が負の方向にピークとなった以降に進行方向加速度がピークになる時点で踏込を検出し、上下方向加速度が負値から正值に変化した時点で離地（蹴り出し）を検出することができる。

[0004] ところで、ランニング動作においては、腿の振り出しが重要な要素の一つとして挙げられる。この腿の振り出しでは、後方に蹴り出した腿を素早く前方に振り戻すことで、次の着地に向けた準備が効率的に行える。一般的には

脚を後方に蹴り出す動きは空中を蹴っても進まないという観点から、離地後の脚は速やかに前方に振り出されるべきと考えられており、離地後に後方に蹴り出す動きを陸上用語では「脚が流れる」と表現され、間違った動きと認識されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2018-143537号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、実際にはトップ選手であっても、離地後直後に脚を前に振り出す選手はおらず必ず後方に動き、その離地から振り出しまでの時間や角度を見てもアマチュア選手とは大きな差はなく、むしろアマチュア選手よりエリート選手の方が長く大きく動いている、すなわち流れている場合もあることがわかった。

[0007] 本発明者は、ランニングフォームの評価に際し、脚の離地から前方振り出し開始までに重要な要素として「股関節の伸展」に注目し、この股関節の伸展度合いを検出することで、上述した「脚が流れる」という評価の対象をより高度且つ精細に解析できると考えた。また、股関節は人間の大きな筋肉が集中して関係する関節の一つでランニング動作においては非常に重要な関節として考えられている。例えば、着地直後から股関節を素早く大きく伸展させることで速く走ることが正しいランニングフォームの要素であると考えられ、このためには接地前の動きが非常に重要であり、太腿を高く上げ、大きくふり戻し、膝下も身体の近くに振り戻すことで、前に出した脚全体の運動エネルギーを高め、地面にぶつけることで大きな反力を得て、これを推進力に変えることができるものと考えられる。

[0008] これに対して、上述した特許文献1のように、単に上下方向加速度（加速度センサーのz軸の検出値）が正值から負値に変化するタイミングで着地等

を検出するだけでは、上述した「股関節の伸展」という評価を適正に行えず、効率的なランニングフォームの評価としては不十分であるといえる。

[0009] そこで、本発明は、上記のような問題を解決するもので、ランニング動作について、股関節の伸展度合いやタイミングを検出し、ランニングフォームをより高度且つ精細に解析できるランニングフォーム評価システム、プログラム及び方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] 上記課題を解決すべく、第1の発明は、

装着者の体動を検出し、体動の変化に基づいたランニングフォームを評価するシステムであって、装着者の両脚大腿部のそれぞれに装着され、各部位の三次元的な変位又は回転を検出可能な複数の体動センサーと、一对の体動センサーによる検出結果に基づいて装着者の脚の離地を検出し、検出された離地に係る各検出結果を接離状態データとして抽出する接離状態検出部と、接離状態検出部が抽出した接離状態データから、当該離地に係る脚の離地後における挙動に基づいて、ランニングフォームを評価する指標を算出する指標算出部と、指標算出部が算出した指標を表示又は出力する出力デバイスとを備える。

[0011] また、本発明は、装着者の体動を検出し、体動の変化に基づいたランニングフォームを評価する方法であって、

(1) 装着者の両脚大腿部のそれぞれに、各部位の三次元的な変位又は回転を検出可能な複数の体動センサーを装着し、接離状態検出部が、一对の体動センサーによる検出結果に基づいて装着者の脚の離地を検出し、検出された離地に係る各検出結果を接離状態データとして抽出する接離状態検出ステップと、

(2) 指標算出部が、接離状態検出ステップにおいて抽出された接離状態データから、当該離地に係る脚の離地後における挙動に基づいて、ランニングフォームを評価する指標を算出する指標算出ステップと、

(3) 出力デバイスが、指標算出部が算出した指標を表示又は出力する出力

ステップと
を含む。

[0012] 上記発明において、指標算出部は、接離状態データを用いて、離地に係る脚の角加速度が反転するタイミング、及びそのタイミング前後における当該脚の滞留時間を股関節伸展情報として算出し、股関節伸展情報を含む当該離地に係る脚の離地後における挙動に基づいて、指標を算出することが好ましい。

[0013] 上記課題を解決すべく、第2の発明は、

装着者の体動を検出し、体動の変化に基づいたランニングフォームを評価するシステムであって、装着者の両脚大腿部のそれぞれに装着され、各部位の三次元的な変位又は回転を検出可能な複数の体動センサーと、一对の体動センサーによる検出結果に基づいて装着者の脚の着地状態を検出し、検出された着地状態に係る各検出結果を接離状態データとして抽出する着地状態検出部と、接離状態検出部が抽出した接離状態データから、当該着地に係る脚の着地前における挙動に基づいて、ランニングフォームを評価する指標を算出する指標算出部と、指標算出部が算出した指標を表示又は出力する出力デバイスとを備える。

[0014] また、本発明は、装着者の体動を検出し、体動の変化に基づいたランニングフォームを評価する方法であって、

(1) 装着者の両脚大腿部のそれぞれに、各部位の三次元的な変位又は回転を検出可能な複数の体動センサーを装着し、接離状態検出部が、一对の体動センサーによる検出結果に基づいて装着者の脚の着地を検出し、検出された着地に係る各検出結果を接離状態データとして抽出する接離状態検出ステップと、

(2) 指標算出部が、接離状態検出ステップにおいて抽出された接離状態データから、当該着地に係る脚の着地前における挙動に基づいて、ランニングフォームを評価する指標を算出する指標算出ステップと、

(3) 出力デバイスが、指標算出部が算出した指標を表示又は出力する出力

ステップと

を含む。

[0015] 上記発明において、指標算出部は、接離状態データを用いて、着地に係る脚の着地直前の角速度の変化を股関節伸展情報として算出し、股関節伸展情報を含む当該着地に係る脚の着地前における挙動に基づいて、指標を算出することが好ましい。

[0016] なお、上述した本発明に係るシステムや方法は、所定の言語で記述された本発明のプログラムをコンピュータ上で実行することにより実現することができる。このような本発明のプログラムを、携帯端末装置やスマートフォン、ウェアラブル端末、タブレットPCその他の情報処理端末、パーソナルコンピュータやサーバーコンピュータ等の汎用コンピュータのICチップ、メモリ装置にインストールし、CPU上で実行することにより、上述した各機能を有するシステムを構築して、本発明に係る方法を実施することができる。

発明の効果

[0017] 以上述べたように、第1の発明では、装着者の両脚大腿部のそれぞれに装着した体動センサーによって装着者の脚の離地を検出し、離地に係る脚の離地後における挙動に基づいてランニングフォームを評価する指標を算出する。

[0018] ランニング動作の中で重要な要素の一つとして腿の振り出しがあり、後方に蹴り出した腿を素早く前に振り戻すことで次の着地に向けた準備が効率的に行える。本発明では、体動センサーによって装着者の脚の離地を検出し、離地に係る脚の離地後における挙動に基づいて股関節の伸展を解析する。本発明者は、蹴り出した脚が空中で後方に動き、且つ骨盤を安定させることで股関節が伸展し、これにより股関節内部の筋肉や腱が伸ばされ、伸張性収縮と呼ばれる反射を起こすなどして非常に効率的に脚が前に振り出されると考えた。本発明によれば、腿に装着した体動センサーを使うことで、この股関節の伸展度合いを計測し、所謂「脚が流れる」という評価の対象を定量化で

き、より高度且つ精細に解析できる。

[0019] 詳述すると、本実施形態では、股関節の伸展度合いを定量化するために、後方へ蹴り出した脚の切り返し前後の滞留時間を計測する。腿に装着した胎動センサーのG y rを使うことで、切り返し、すなわち後方へ蹴り出した脚が振り出しに切り替わる時点の前後における腿の動きを解析する。

[0020] アマチュアランナーの場合、非常に滑らかに止まることなく振り出し動作に移動する傾向がある。これに対し、エリートランナーではG y rがゼロ付近で止まる、もしくは止まったあともう一度後方に動くといった動きが検出される。これについては、膝下の回転などが影響していると考えられ、いずれの場合もより強く股関節の伸展を行おうとした結果、もしくは股関節を強く進展させた結果であると考えられる。

[0021] 本実施形態では、大腿に装着した体動センサーのG y rを用い、腿のゼロクロス付近滞留時間を計測し、計測された滞留時間を閾値と比較することで、股関節の伸展度合いを評価する。滞留時間の閾値の設定は、ユーザー操作に従って選択・変更が可能となっており、アマチュアとエリートランナーの比較などによる評価指標が出力される。

[0022] 一方、第2の発明では、装着者の両脚大腿部のそれぞれに装着した体動センサーによって装着者の脚の着地を検出し、着地に係る脚の着地前における挙動に基づいてランニングフォームを評価する指標を算出する。

[0023] 詳述すると、股関節は人間の大きな筋肉が集中して関係する関節の一つでランニング動作においては非常に重要な関節として考えられており、着地直後から股関節を素早く大きく伸展させることで速く走ることが正しいランニングフォームの要素であると考えられている。このためには接地前の動きが非常に重要であり、太腿を高く上げ、大きくふり戻し、膝下も身体の近くに振り戻すことで、前に出した脚全体の運動エネルギーを高めて地面にぶつけ、これによって大きな反力を得て、これを推進力に変えることができると考えられ、これを目的として多くの短距離選手が様々なトレーニングを行っている。一方で技術の低い選手の場合には、着地直前に太腿の振り戻し動作を

止めてしまい、ソフトに着地するという動きをしている傾向があり、このような着地では脚全体の運動エネルギーが下がり、地面からの反力が小さくなってしまい、沈み込みの大きなフォームもしくは効率の悪いフォームに繋がる。

[0024] 本発明では、腿に装着した体動センサーで着地のタイミングを計測するとともに、着地直前の角速度の変化を股関節伸展情報として算出する。腿の減速タイミングは膝下の振り出しが大きく関わっており、太腿の振り下ろしと膝下の振り出しが逆方向の動作をする二重振り子として動き、太腿に対して減速の動きが発生する。これについて、技術の低い選手はこのタイミングで太腿の動きを停止もしくは大きく減速させたまま着地に至る。すなわち、腿を止めて落下して着地している。これに対し、技術力のある選手は減速を最低限に抑え、再度加速して高速に腿を振り下ろしながら着地している。本発明では、体動センサーにより、脚の振り下ろしから着地までの角速度を計測し、その波形を評価し波形からのグループ分けや着地直前の速度を評価する。

[0025] 以上の結果、本発明によれば、ランニング動作について、股関節の伸展度合いやタイミングを検出し、ランニングフォームをより高度且つ精細に解析できる。

図面の簡単な説明

[0026] [図1]実施形態に係るランニングフォーム評価システムの使用態様を示す説明図である。

[図2]実施形態で用いられるセンサーで検出されるパラメーターの概要を示す説明図である。

[図3]実施形態に係る各装置の内部構成を示すブロック図である。

[図4]実施形態に係るランニングフォーム評価方法を示すシーケンス図である。

。

[図5]実施形態に係る動作解析処理を示すフロー図である。

[図6]実施形態で取得される体動再現データの一部（R_Thing-AccZ及びL_Thi

ng-AccZ)を示す説明図である。

[図7]実施形態で取得される体動再現データの一部を示す説明図である。

[図8]実施形態で取得される体動再現データの一部を示す説明図である。

[図9]実施形態で取得される体動再現データの一部を示す説明図である。

[図10]実施形態で取得される体動再現データの一部を示す説明図である。

発明を実施するための形態

[0027] 以下、本発明の第1実施形態について図面を参照して説明する。本実施形態では、情報端末装置100を用いて、ランニング競技の動作解析に本発明を適用し、ランニング競技のトレーニングについてコーチングを可能とするランニングフォーム評価システムを提供する。なお、以下に示す実施の形態は、この発明の技術的思想を具体化するための装置などを例示するものであって、この発明の技術的思想は、各構成部品の材質、形状、構造、配置などを下記のものに特定するものでない。この発明の技術的思想は、特許請求の範囲において、種々の変更を加えることができる。

[0028] (ランニングフォーム評価システムの構成)

図1に本実施形態に係る情報端末装置100を用いたランニングフォーム評価システムの使用態様を示し、図2に本実施形態に係るセンサーで検出されるパラメーターの概要を示す。また、図3は各装置の内部構成を示すブロック図である。図1～図3に示すように、本実施形態に係るランニングフォーム評価システムは、装着者1が使用する情報端末装置100と、装着者1の両大腿部に装着され情報端末装置100に対して無線接続される体動センサー40(40a及び40b)とから構成されている。

[0029] そして、本システムでは、これら体動センサー40用い、ランニング競技における動作解析を実行し、股関節の伸展度合いやタイミングを検出し、ランニングフォームをより高度且つ精細に解析し、評価する指標を提供する。この指標は、蓄積された指標データを参照することにより求められる。本実施形態では、体動データから取得される、股関節伸展に関する値に基づいて指標データを参照し、評価する指標を求める。

[0030] (各装置の構成)

以下に、本システムを構成する各装置の具体的な内部構成について説明する。

[0031] (1) 体動センサー

体動センサー40a及び40bは、装着者1の左右の両大腿部に装着され、各大腿部における三次元的な変位又は回転を検出する一対のセンサーである。本実施形態において体動センサー40a及び40bは、装着者の左右大腿部の前面に取り付けられる。これら体動センサー40a及び40bは、物体の加速度を計測する3軸加速度計と、物体の角速度を検出する3軸ジャイロ스코プ、磁場の大きさ・方向を計測する3軸磁気センサーが搭載され、9軸の動きを検知可能となっている。

[0032] そして、これらの体動センサー40（各体動センサー40a及び40b）は、図3に示すように、それぞれ無線通信部を有している。この無線通信部は、内部にアンテナを有し、B T L E（Bluetooth（登録商標） Low Energy , Bluetooth（登録商標） 4.0）等による近距離無線通信のデータ通信用プロトコルを実行する機能によって、情報端末装置100と通信処理が可能となっている。なお、本実施形態において、各体動センサー40の無線通信部は、低消費電力通信用のプロトコルとしてB T L Eを採用したが、例えば、A N T、A N T +等を採用することもできる。また、通常のBluetooth（登録商標）を採用することもできる。

[0033] なお、本実施形態では、基本的に情報端末装置100と体動センサー40との間における近距離無線通信で構築される範囲でシステムが構築可能となっており、通信ネットワーク上のサーバー等とは実際の測定時には接続されず、いわゆるオフラインでのスタンドアローンとして、システムの運用が可能となっている。

[0034] (2) 情報端末装置

図3に本実施形態に係る情報端末装置の内部構成を示す。本実施形態に係る情報端末装置100は、例えばスマートフォンなどの小型の端末装置であ

り、一般的な矩形状の端末装置でもよく、腕時計型などのウェアラブル端末や、据え置きタイプ、自転車のハンドル部分等に取り付けられるマウント型など、種々の形態を採用することができる。なお、この情報端末装置は、走行中に体動データの記録のみを行うときにはバッグなどの収納具にしまっておいてもよい。

[0035] 具体的に情報端末装置１００は、図３に示すように、無線インターフェース１１３と、制御部１１７と、メモリ１１４と、出力インターフェース１１１と、入力インターフェース１１２とを備えている。詳述すると、本実施形態に係る情報端末装置１００は、各体動センサー４０によって検出された検出結果を収集する機能を有し、無線インターフェース１１３によって各体動センサー４０と相互に通信処理を行って、各体動センサー４０による検出結果を取得できるようになっている。情報端末装置１００のメモリ１１４は、体動センサー４０による検出結果を体動データとして記録する体動記録部としての機能を果たしている。ここで、体動データとは、各種センサーが検出した一次データであり、この体動データを記録し解析し、必要な情報を抽出したり、補正したりした二次データが体動再現データである。

[0036] なお、各体動センサー４０から送信される検出結果には、各体動センサー４０を識別するセンサー識別情報が付加されており、情報端末装置１００のメモリ１１４には、当該識別情報が蓄積され、制御部１１７では無線インターフェース１１３から取得した際、いずれの体動センサー４０から取得した検出結果であるかを判別可能となっている。なお、この識別情報には、各センサーの装着部位を特定する装着部位情報が含まれており、この装着部位情報に基づいて、体動再現データの算出が可能となっている。さらに体動データ内には、各体動センサー４０から検出結果を取得した際の時刻情報も含まれている。

[0037] 無線インターフェース１１３は、通信ネットワークを介した各種情報の送受信や、wifiやBluetooth（登録商標）等の近距離無線通信を制御するモジュールであり、種々のプロトコルにより、各体動センサー４０と通信をしたり

、3G通信により上記サーバー装置等との間でデータの送受信を行う。さらに、情報端末装置100は、出力インターフェース111と入力インターフェース112とを備えている。入力インターフェース112は、マウス、キーボード、操作ボタンやタッチパネルなどユーザー操作を入力するデバイスである。また、出力インターフェース111には、ディスプレイやスピーカーなど、映像や音響を出力するデバイスが含まれる。特に、この出力インターフェース111には、液晶ディスプレイなどの表示部が含まれるとともに、この表示部は、入力インターフェースであるタッチパネルに重畳されている。

[0038] 出力インターフェース111に接続された表示部は、体動再現データに対する解析結果を表示又は出力する出力デバイスであり、表示情報生成部117eによって生成された表示情報を、出力インターフェース111を通じて表示する。この表示部に掌は、情報端末装置100に内蔵されたディスプレイや、外部に接続された外部ディスプレイに表示される。

[0039] 一方、入力インターフェース112には動画取得部を設けてもよい。この動画取得部は、装着者の体動を撮影し記録した動画データを取得するデバイスであり、例えばスマートフォンなどに内蔵された一般的なカメラで実現され、装着者が自身を撮影したりすることによってフォームのチェックなどを行える他、後述するようなセンサーが取得した体動データと、カメラが撮影した動画との同期処理を行うためにも用いられる。ここで取得される動画データには、映像が記録された映像データと、その映像とともに録音された音声データ、撮影時刻、終了時刻、時間経過などのタイムスタンプ等のメタデータが含まれる。

[0040] 入力インターフェース112には、情報端末装置100に内蔵された内蔵カメラ115や、外部の外部カメラが接続可能となっており、これらの撮影手段で撮影された動画データが取得され、メモリ114に蓄積されたり、制御部117における処理に供される。なお、外部カメラから取得される動画データには、撮影時に逐次リアルタイムで取得されるストリーミングデータ

の他、外部カメラで撮影され蓄積されたファイル形式の動画データを撮影後にダウンロードして取得されるものも含まれる。

[0041] また、情報端末装置１００は、本実施形態において、各センサーから取得した体動データに基づいて、装着者の体動を解析し、体動再現データを生成する機能を有している。具体的に情報端末装置１００は、図３に示すように、制御部１１７を備えており、この制御部１１７は、各部を制御する際に必要な種々の演算を行うＣＰＵ等の演算処理装置である。なお、情報端末装置１００の各機能は、この制御部１１７において、本発明のランニングフォーム評価プログラムを実行することにより、制御部１１７上に仮想的に構築される。詳述すると、制御部１１７は、ランニングフォーム評価アプリケーションが実行されることによって、体動データ取得部１１７ａと、体動算出部１１７ｂと、解析部１１７ｆと、表示情報生成部１１７ｅとが仮想的に構築される。

[0042] 体動データ取得部１１７ａは、無線インターフェース１１３を介して、各体動センサー４０から体動データを取得して記録するモジュールであり、本実施形態では、各体動センサー４０ａ及び４０ｂと無線通信を行って、これらの検出結果である体動データを取得する。この体動データ取得部１１７ａは、体動データ記録部としての機能を果たし、体動データを一時的にメモリ１１４内に蓄積したり、体動センサー４０による各検出結果を、体動算出部１１７ｂに送出したりする。

[0043] 体動算出部１１７ｂは、体動記録部であるメモリ１１４に蓄積された体動センサー４０ａ及び４０ｂによる各検出結果である体動データ、例えば各体動センサー４０ａ及び４０ｂの変位や回転、それらの加速度、角速度、角加速度等に基づいて、装着者の体動を体動再現データとして算出するモジュールである。ここで、体動センサー４０による各検出結果である体動データは、いわゆる９軸センサーで測定される値であり、本実施形態では、物体に作用する加速度（重力加速度を含む。）の方向と大きさ、物体の角速度（大きさ、方向、中心位置）、磁場の大きさ・方向（方角）である。

- [0044] ここで算出される体動としては、ランニング時における左右の両大腿部の股関節を中心とする回転、上下・左右・前後方向の移動や加速度、回転の角速度、この角速度の時間的变化、及びその変化の滑らかさが含まれる。詳述すると、本実施形態では、体動センサー40a及び40bは左右の大腿部に取り付けられ、図2に示すように、センサーによって検出される体動（単発的運動、反復運動）は両大腿部の運動となる。
- [0045] 本実施形態において体動算出部117bは、体動センサー40による各検出結果である体動データと、各体動センサー同士の相対的な変位や回転に基づいて、装着者の体動を体動再現データとして算出する。具体的に、体動算出部117bは各体動センサー40の三次元的な座標、速度及び加速度に基づいて、各体動センサー40間における相対的な変位や速度、加速度及び回転（角運動量）に基づいて、身体各部位の変位（体動）の軌跡に基づいて体動再現データを算出する。
- [0046] 詳述すると、体動算出部117bは、先ず体動センサー40a及び40bの検出結果である体動データを用いて、装着者のランニングにおける特徴点を検出する処理を行う。装着者のランニングにおける特徴点は、体動センサーによる検出結果が特徴的な挙動を示す検出値及びその変化、時間（時刻）に対応するデータの部分であり、例えば、着地、踏込、離地等の装着者の特徴的な体動に基づく加速度の変化などが挙げられる。また、体動算出部117bは、検出された特徴点のタイミングを基準として、接地時間及び衝撃時間の各値を算出する処理を行う。具体的には、特徴点を含む演算データから、特徴点を検出したタイミングを基準として、その値が継続した時間長や、一定の単位時間内における変化率に基づいて、接地時間及び衝撃時間の各値を算出する。
- [0047] そして、本実施形態において体動算出部117bは、体動再現データに基づいて体動の再現性を評価するための安定基準値を設定する基準値設定部117dと、一对の体動センサー40a及び40bによる検出結果に基づいて装着者の脚の接離状態を検出する接離状態検出部117cとを備えている。

[0048] 基準値設定部 117d は、指標算出部 117g に対して、装着者 1 による設定操作に基づいて所定期間内における平均値、最大値、最小値又は任意の代表値から選択された値を基準値として設定する。この基準値の設定操作では、例えば、所定時間間隔において同一の動作を数回繰り返し、その平均値や最小値、最大値の他、装着者 1 がベストだと思った時点の値を理想値としたりすることができる。また、本実施形態では、他者（多数の他ユーザーや上級者、プロ等）の基準値と、体動再現データとを紐付けて蓄積したデータベースを備えており、上級者やプロの理想値など任意の数値をデータベースから呼び出して設定することもでき、また、入力された体動再現データに類似する体動再現データを検索し、その体動再現データに紐付けられた基準値を呼び出して基準値設定部 117d に設定することができる。

[0049] 接離状態検出部 117c は、検出された特徴点に基づいて、装着者の脚の着地及び離地を接離状態を検出し、検出された接離状態に係る各検出結果を接離状態データとして抽出するモジュールである。詳述すると本実施形態における接離状態検出部 117c は、例えば体動センサーを構成する加速度センサー及び角速度センサーの検出値（体動データ）などに基づいて特徴的な挙動を示す検出値及びその変化、時間（時刻）に基づいて特徴点を検出し、そのタイミングを基準として、接地時間及び衝撃時間、それらの変化率、周期性に応じて接地している状態若しくは接地していない状態の時間的範囲を特定するとともに、接離状態として特定された範囲に含まれる時間長分のデータにフラグを設定する。このフラグが設定されたデータを接離状態データとして抽出し、解析部 117f は、この接離状態データを含めて、体動再現データとして生成する。

[0050] 上述した体動算出部 117b で取得された体動データは、解析部 117f へ入力され、相対的な変位や速度、加速度、角速度等に基づいて、装着者 1 の左右の大腿部それぞれにおける瞬間的な相対的な変位（距離や回転）、背部及び要部の相対的な回転運動から体動再現データが生成される。そして、解析部 117f は、これらの体動データや接離状態データ等の一次データと、

体動再現データなどの二次データとを用いて体動のタイミング、姿勢の崩れ等によってランニングフォームが評価する。

[0051] 詳述すると、解析部 117f は、体動データや接離状態データ、体動再現データに基づいて、装着者 1 の体動の各要素を項目毎に解析するモジュールである。本実施形態では、解析部 117f は、基準値設定部 117d からの閾値を取得して体動の再現性を解析するとともに、体動算出部 117b が抽出した各大腿部相互の角速度変化や揺動の振幅やゆらぎの特性を解析する特性解析部としての機能を果たし、ここで解析された特性は、例えば、振幅一時間で定義されるタイムライン上に波形として表現され、動作時に装着者を録画したビデオデータと同期すなどの処理がなされたうえで、表示情報生成部 117e を介して出力デバイスで表示又は出力される。

[0052] なお、この解析部 117f による他の解析方法としては、装着者 1 を 3 次元的に表示させた立体的なデータを生成するものであってもよく、また、XY 平面に投影した 2 次元的なデータを生成するものであってもよい。また、例えば、模範となる体動データが蓄積されたメモリ 114 から、模範となる体動データを抽出し、装着者の体動再現データと比較することで、正常な体動とのズレなどを示した改善データを生成してもよい。さらには、予め、性別、身長、体重、年齢などユーザー情報を登録しておくことで、各ユーザー情報に基づいた解析を行ってもよい。そして、解析部 117f は、この立体画像データや改善データなどの解析結果を情報端末装置 100 に送信する。

[0053] 解析部 117f は、ランニングフォーム評価処理に係るモジュールとして、指標算出部 117g を備えており、この指標算出部 117g は、滞留時間算出部 117h と、股関節伸展情報生成部 117i とを有している。

[0054] 本実施形態において指標算出部 117g は、接離状態検出部 117c が抽出した接離状態データに基づいてランニングフォームを評価する指標を算出するモジュールであり、接離状態データから離地に係る脚の離地後における挙動、或いは着地に係る脚の着地前における挙動に基づいて、ランニングフォームを評価する。滞留時間算出部 117h は、接離状態データを用いて、

離地に係る脚が切り替えされるタイミング、すなわち、脚の角加速度が反転するタイミング、及びそのタイミング前後における当該脚の滞留時間を算出するモジュールである。ここで算出された滞留時間は、股関節伸展情報生成部 117 i に渡されて、股関節伸展情報として生成される。

[0055] 股関節伸展情報生成部 117 i は、滞留時間算出部 117 h が算出した切り返しのタイミング前後における脚の滞留時間を、股関節伸展情報として形成し、この股関節伸展情報を含む当該離地に係る脚の離地後における挙動に基づいて、ランニングフォームを評価する指標を算出する。股関節伸展情報生成部 117 i は、接離状態データを用いて、着地に係る脚の着地直前の角速度の変化を股関節伸展情報として算出し、前記股関節伸展情報を含む当該着地に係る脚の着地前における挙動に基づいて指標を算出する機能も有している。

[0056] なお、指標算出部 117 g は、装着者が選択した日付の走行における走行成績を評価し、評価結果の情報や、走り方の改善方法、タイムの短縮方法、トレーニング指導などのコーチングに関する指標を生成する。指標算出部 117 g は、メモリ 114 に記憶されている各種の運動情報を用いて、装着者の過去における複数回の走行結果を比較して分析し、或いは装着者の過去の走行結果を他の装着者の走行結果と比較して分析し、分析結果の情報である比較分析情報を指標に含めることができる。具体的には、指標算出部 117 g は、装着者が選択した複数の日付各々の走行について、それぞれ詳細分析情報と同様の比較分析情報を生成し、或いは、装着者が選択した日付の走行と他の装着者に関する過去の走行とについて、それぞれ詳細分析情報と同様の比較分析の情報を生成する。

[0057] 上記表示情報生成部 117 e は、出力インターフェース 111 で表示される表示情報を生成するモジュールであり、解析部 117 f が解析した体動再現データを動画に対応させて表示又は出力する表示情報を生成する。この表示情報は、本実施形態では、内蔵カメラ 115 や外部カメラ等で撮影した動画を画面上に表示するとともに、これと、解析部 117 f が解析した体動再

現データとタイムラインとを対比可能に同期させて表示する。なお、この表示情報には表示データとともに、音響信号やその他の出力制御信号が含まれる。

[0058] また、表示画面には、タッチ操作のためのG U I (Graphical User Interface) が含まれ、このG U I が表示されるタッチパネルに対する操作は、入力インターフェース112に入力され表示情報生成部117eによる表示を切り替えることができる。例えば、内蔵カメラ115や外部カメラで撮影した装着者1の動画を画面に表示したり、タイムラインには体動再現データに含まれる各運動パラメーターを個別的に表示したりでき、表示モードを切り替えることにより、情報端末装置100の内蔵カメラ等で撮影した装着者1を正面から撮影した動画を表示させたり、タイムラインに体動再現データに含まれる各運動パラメーターを重ね合わせて表示することもできる。なお、表示モードを切り替える他の様式としては、例えば、動画にタイムラインを重ね合わせて全画面表示するなど種々の方法を採用することができる。

[0059] メモリ114は、各種のデータを記録する記憶装置であり、各情報端末装置100を識別する識別情報や、各体動センサー40の装着部位情報、各部位に装着された体動センサー40の相対位置関係、及び上述したユーザー情報や模範となる体動データなどが蓄積されている。メモリ114は、指標データ記憶する記憶部としての機能を果たしており、指標データは、解析部117fが算出した安定期間と、安定期間以降の乖離量と、安定化能力を評価する指標との相関を保持するテーブルデータである。

[0060] (ランニングフォーム評価方法)

以上の構成を有するランニングフォーム評価システムを動作させることによって、本実施形態に係るランニングフォーム評価方法を実施することができる。図4にランニングフォーム評価システムの記録動作を示し、図5に動作解析時における処理を示す。なお、以下で説明する処理手順は一例に過ぎず、各処理は可能な限り変更されてもよい。また、以下で説明する処理手順について、実施の形態に応じて、適宜、ステップの省略、置換及び追加が可

能である。

[0061] (1) 記録動作

先ず、装着者1は、左右の両大腿部に一对の体動センサー40a及び40bを装着する。そして、情報端末装置100側で本発明のプログラムであるランニングフォーム評価アプリケーションを起動し、各体動センサー40から検出結果を取得すべくアプリケーションに対して計測開始操作を入力する。このとき必要に応じて外部カメラの撮影開始操作を行う(S201)。この計測開始操作を受けて、情報端末装置100の制御部117は、各体動センサー40と接続処理を行う(S101)。接続処理された後、各体動センサー40では、装着者1の動作の検出を開始する(S102)。具体的には、装着者の大腿部に取り付けられた体動センサー40により各部位の三次元的な変位、回転又は加速度を検出する。

[0062] 次いで、取得された各検出結果は、各体動センサー40の無線通信部を介して、微弱電波により情報端末装置100の無線インターフェース113へと送信される(S103)。情報端末装置100の無線インターフェース113が各検出結果の取得が開始されると(S202)、体動記録部であるメモリ114に、体動センサー40a及び40bによる検出結果を体動データとして記録を開始し、継続して各体動センサー40から送信されてくる検出信号を順次記録してゆく(S203)。この際、必要に応じて競技を開始する前に、装着者はキャリブレーション操作を行ってもよい。具体的には、例えば、カメラの前で、ジャンプしたり装着者1自身の体や体動センサー40自体を所定回数だけ叩いたり揺すったりするなど、短時間中に体動センサー40に対して所定回数振動を加えるような動作を行う。

[0063] 次いで、ランニングを開始し、ランニング中は継続して体動センサー40の検出値の取得し、及び録画処理が継続して実行され、計測が終了しない限り(S206における「N」)、メモリ114等に体動データとして記録される。このとき情報端末装置100に内蔵された内蔵カメラや、外部に接続された外部カメラで撮影された動画データを取得してもよく、その動画デー

タがメモリ 114 に蓄積されたり、制御部 117 における処理に供される。この間、体動センサー 40 による検出データを、リアルタイムで解析して、接離状態データを抽出しつつ (S204)、情報端末装置 100 の表示部に表示する。この解析の 1 つとして、記録された体動データに基づいてランニングフォームの評価処理が行われる (S205)。

[0064] その後、例えば、一定時間以上の静止状態を検出したり、装着者の終了操作を検出することによって、競技の終了を検知し、計測を終了するとともに (S206 における「Y」)、必要に応じて録画処理を停止する (S207)。その後、各センサーとの通信を切断する (S104)。

[0065] (2) ランニングフォーム評価処理

次いで、上記ステップ S205 におけるランニングフォーム評価処理について詳述する。図 5 に示すように、体動データ取得部 117a により体動データが収集されるとともに、必要に応じて動画データが収集される (S301)。このとき、各センサーから取得された検出値である体動データは、一次データとして表示情報生成部 117e に入力され直接出力処理 (S309) することができるとともに、体動算出部 117b に入力されて必要な情報が抽出され、解析部 117f において解析されたり補正されたりして体動再現データである二次データとして表示情報生成部 117e に入力され出力処理されることとなる。

[0066] 体動算出部 117b に入力された一次データについては、接離状態検出部 117c において装着者の脚の接離状態が検出され、検出された接離状態に係る各検出結果が、接地側の状態を示す接離状態データとして抽出される (S302)。本実施形態における接離状態検出部 117c は、例えば体動センサーを構成する加速度センサー及び角速度センサーの検出値 (体動データ) などに基づいて特徴的な挙動を示す検出値及びその変化、時間 (時刻) に基づいて特徴点検出され、そのタイミングを基準として、接地時間及び衝撃時間、それらの変化率、周期性に応じて着地、離地、滞留の状態若しくは接地していない状態の時間的範囲を特定するとともに、接離状態として特定

された範囲に含まれる時間長分のデータにフラグを設定する。このフラグが設定されたデータを、接地側の状態を示す接離状態データとして抽出される。

[0067] そして、体動算出部 117b 及び解析部 117f によって、メモリ 114 に蓄積された体動センサー 40 による各検出結果及び接離状態データの一次データに基づく評価・解析を行うとともに、これらの一次データと各体動センサー 40 の相対位置関係に基づいて算出された二次データである体動再現データとに基づく解析を行う。まず、メモリ 114 に記録された体動データに基づいてランニング動作解析ステップを行う (S303)。詳述すると、体動算出部 117b が、まず体動センサー 40a 及び 40b の検出結果である体動データを用いて、装着者のランニングにおける特徴点を検出する処理を行う。

[0068] 装着者のランニングにおける特徴点は、体動センサーによる検出結果が特徴的な挙動を示す検出値及びその変化、時間（時刻）に対応するデータの部分であり、例えば、着地、踏込、離地等の装着者の特徴的な体動に基づく加速度の変化などが挙げられる。また、体動算出部 117b は、検出された特徴点のタイミングを基準として、接地時間及び衝撃時間の各値を算出する処理を行う。具体的には、特徴点を含む演算データから、特徴点を検出したタイミングを基準として、その値が継続した時間長や、一定の単位時間内における変化率に基づいて、接地時間及び衝撃時間の各値を算出する。

[0069] なお、このランニング動作解析ステップでは、ユーザーが操作によって設定した基準値を安定性基準値として用いることができ、その安定性基準値からの乖離量を比較することにより再現性を評価してもよく、複数回反復される動作であるときには、その反復運動に関するパラメーターの所定期間（若しくは所定回数）にわたる平均値を安定基準値として算出してもよい。

[0070] この基準値の設定については、基準値設定部 117d が、装着者 1 の操作に応じ、メモリ 114 に蓄積された体動再現データに基づいて、体動の再現性を評価するための安定基準値を設定する。具体的には、装着者 1 による設

定操作に基づいて所定期間内における平均値、最大値、最小値又は任意の代表値から選択された値を基準値として設定する。例えば、この基準値の設定操作では、例えば、所定時間間隔において同一の動作を数回繰り返し、その平均値や最小値、最大値の他、装着者 1 がベストだと思った回の値を理想値としたり、上級者やプロの理想値など任意の数値を入力して設定することもできる。

[0071] 次いで、ステップ S 3 0 2 における接離状態検出部 1 1 7 c が抽出した接離状態データに基づいて、股関節伸展情報生成部 1 1 7 i が、着地に係る脚の着地直前の角速度の変化を算出するとともに (S 3 0 3)、脚が切り返えされるタイミング、すなわち、脚の角加速度が反転するタイミングを検出する (S 3 0 4)。この反転されるタイミングの前後における当該脚の滞留時間を、離地後における滞留時間として滞留時間算出部 1 1 7 h が算出する (S 3 0 5)。そして、ステップステップ S 3 0 3 及び S 3 0 5 等で算出された角速度の変化や滞留時間は、股関節伸展情報生成部 1 1 7 i に渡されて、股関節伸展情報として生成される (S 3 0 6)。

[0072] そして、ランニング動作解析の結果に基づいて指標データを参照し、ランニングフォームに関する評価の指標を、指標算出部 1 1 7 g によって算出する指標算出ステップを実行する (S 3 0 7)。この指標の算出では、図 6 ~ 図 1 0 に示すように、所定の抽出された接離状態データについて分析を行い、ピークの数、各ピークの高さ h 、ピークの裾の長さ (時間) B 、及びピークの形状 (ピークの鋭さ、高低の順序、単位時間当たりの積分値 (面積等) など) を認識する。同図 (b) に示すように、ピークが複数あるときには、それぞれのピークの高さ h_1 及び h_2 、ピークの裾の長さ (時間) B_1 及び B_2 、及びピークの形状、ピーク間の距離 (時間差) を認識する。

[0073] また、この指標算出ステップでは、安定基準値からの乖離量が所定の閾値内に収まっているかを随時監視し、これら体動のパラメーターが安定状態を維持していた安定期間を算出するようにしてもよい。例えば、競技開始からの平均値を順次算出し、その平均値が所定の変化量内に収まっている間の平

均値を安定基準値とする。安定基準値は、随時に更新され、現在値がこの安定基準値から離れた量を乖離量として随時監視する。その後、算出された指標に基づいて評価処理及び所定の診断処理を行い（S308）、その診断処理の結果及び指標を、これらと対比可能に同期された動画及び体動再現データとともに、情報端末装置100のディスプレイやスピーカーによる音響等によって表示又は出力する（S309）。

[0074] （ランニングフォーム評価プログラム）

なお、上述した本実施形態に係るランニングフォーム評価システム及びランニングフォーム評価方法は、上述したランニングフォーム評価アプリケーションのように、所定の言語で記述された本発明のランニングフォーム評価プログラムをコンピュータ上で実行することにより実現することができる。すなわち、本発明のプログラムを、携帯端末装置やスマートフォン、ウェアラブル端末、モバイルPCその他の情報処理端末、パーソナルコンピュータやサーバーコンピュータ等の汎用コンピュータのICチップ、メモリ装置にインストールし、CPU上で実行することにより、上述した各機能を有するシステムを構築してランニングフォーム評価方法を実施することができる。

[0075] （作用・効果）

以上述べたように、本実施形態では、装着者の両脚大腿部のそれぞれに装着した体動センサーによって装着者の脚の離地を検出し、離地に係る脚の離地後における挙動に基づいてランニングフォームを評価する指標を算出する。本実施形態によれば、腿に装着した体動センサーを使うことで、この股関節の伸展度合いを計測し、所謂「脚が流れる」という評価の対象を定量化でき、より高度且つ精細に解析できる。

[0076] 詳述すると、本実施形態では、股関節の伸展度合いを定量化するために、図6及び図7に示すような、後方へ蹴り出した脚の切り返し前後の滞留時間を計測する。腿に装着した体動センサーのGyrを使うことで、切り返し、すなわち後方へ蹴り出した脚が振り出しに切り替わる時点の前後における腿

の動きを解析する。

[0077] 本実施形態では、大腿に装着した体動センサーのG y rを用い、腿のゼロクロス付近滞留時間を計測し、計測された滞留時間を閾値と比較することで、股関節の伸展度合いを評価する。滞留時間の閾値の設定は、ユーザー操作に従って選択・変更が可能となっており、アマチュアとエリートランナーの比較などによる評価指標が出力される。

[0078] さらに、本実施形態では、装着者の両脚大腿部のそれぞれに装着した体動センサーによって装着者の脚の着地を検出し、着地に係る脚の着地前における挙動に基づいてランニングフォームを評価する指標を算出する。本実施形態では、腿に装着した体動センサーで着地のタイミングを計測するとともに、着地直前の角速度の変化を股関節伸展情報として算出する。腿の減速タイミングは膝下の振り出しが大きく関わっており、太腿の振り下ろしと膝下の振り出しが逆方向の動作をする二重振り子として動き、太腿に対して減速の動きが発生する。これについて、技術の低い選手はこのタイミングで太腿の動きを停止もしくは大きく減速させたまま着地に至る。これに対し、技術力のある選手は減速を最低限に抑え、再度加速して高速に腿を振り下ろしながら着地している。

[0079] 本実施形態では、体動センサーにより、図8～図10に示すような、脚の振り下ろしから着地までの角速度を計測し、着地直前における角速度が、減速・加速・停止などの挙動を、その波形から評価し波形からのグループ分けや着地直前の速度を評価する。以上の結果、本実施形態によれば、ランニング動作について、股関節の伸展度合いやタイミングを検出し、ランニングフォームをより高度且つ精細に解析できる。

[0080] また、本実施形態に係るランニングフォーム評価プログラムでは、例えば、通信回線を通じて配布することが可能であり、また、コンピュータで読み取り可能な記録媒体に記録することにより、スタンドアローンの計算機上で動作するパッケージアプリケーションとして譲渡することができる。この記録媒体として、具体的には、フレキシブルディスクやカセットテープ等の

磁気記録媒体、若しくはＣＤ－ＲＯＭやＤＶＤ－ＲＯＭ等の光ディスクの他、ＲＡＭカードなど、種々の記録媒体に記録することができる。そして、このプログラムを記録したコンピューター読み取り可能な記録媒体によれば、汎用のコンピューターや専用コンピューターを用いて、上述したシステム及び方法を簡便に実施することが可能となるとともに、プログラムの保存、運搬及びインストールを容易に行うことができる。

[0081] なお、本発明は、上記した各実施の形態そのままに限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。また、上記実施の形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより、種々の発明を形成できる。例えば、実施の形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよい。

符号の説明

[0082] …接離状態データ

１…装着者

４０…体動センサー

４０ａ…体動センサー

４０ａ，４０ｂ…体動センサー

１００…情報端末装置

１１１…出力インターフェース

１１２…入力インターフェース

１１３…無線インターフェース

１１４…メモリ

１１５…内蔵カメラ

１１７…制御部

１１７ａ…体動データ取得部

１１７ｂ…体動算出部

１１７ｃ…接離状態検出部

1 1 7 d …基準値設定部

1 1 7 e …表示情報生成部

1 1 7 f …解析部

1 1 7 g …指標算出部

1 1 7 h …滞留時間算出部

1 1 7 i …股関節伸展情報生成部

請求の範囲

- [請求項1] 装着者の体動を検出し、体動の変化に基づいたランニングフォームを評価するシステムであって、
- 前記装着者の両脚大腿部のそれぞれに装着され、各部位の三次元的な変位又は回転を検出可能な複数の体動センサーと、
- 前記一对の体動センサーによる検出結果に基づいて前記装着者の脚の離地を検出し、検出された離地に係る各検出結果を接離状態データとして抽出する接離状態検出部と、
- 前記接離状態検出部が抽出した接離状態データから、当該離地に係る脚の離地後における挙動に基づいて、前記ランニングフォームを評価する指標を算出する指標算出部と、
- 前記指標算出部が算出した指標を表示又は出力する出力デバイスとを備えることを特徴とするランニングフォーム評価システム。
- [請求項2] 前記指標算出部は、前記接離状態データを用いて、前記離地に係る脚の角加速度が反転するタイミング、及びそのタイミング前後における当該脚の滞留時間を股関節伸展情報として算出し、前記股関節伸展情報を含む当該離地に係る脚の離地後における挙動に基づいて、前記指標を算出することを特徴とする請求項1に記載のランニングフォーム評価システム。
- [請求項3] 装着者の体動を検出し、体動の変化に基づいたランニングフォームを評価するシステムであって、
- 前記装着者の両脚大腿部のそれぞれに装着され、各部位の三次元的な変位又は回転を検出可能な複数の体動センサーと、
- 前記一对の体動センサーによる検出結果に基づいて前記装着者の脚の着地状態を検出し、検出された着地状態に係る各検出結果を接離状態データとして抽出する着地状態検出部と、
- 前記接離状態検出部が抽出した接離状態データから、当該着地に係

る脚の着地前における挙動に基づいて、前記ランニングフォームを評価する指標を算出する指標算出部と、

前記指標算出部が算出した指標を表示又は出力する出力デバイスとを備えることを特徴とするランニングフォーム評価システム。

[請求項4] 前記指標算出部は、前記接離状態データを用いて、前記着地に係る脚の着地直前の角速度の変化を股関節伸展情報として算出し、前記股関節伸展情報を含む当該着地に係る脚の着地前における挙動に基づいて、前記指標を算出することを特徴とする請求項3に記載のランニングフォーム評価システム。

[請求項5] 装着者の体動を検出し、体動の変化に基づいたランニングフォームを評価する方法であって、

前記装着者の両脚大腿部のそれぞれに、各部位の三次元的な変位又は回転を検出可能な複数の体動センサーを装着し、接離状態検出部が、前記一对の体動センサーによる検出結果に基づいて前記装着者の脚の離地を検出し、検出された離地に係る各検出結果を接離状態データとして抽出する接離状態検出ステップと、

指標算出部が、前記接離状態検出ステップにおいて抽出された接離状態データから、当該離地に係る脚の離地後における挙動に基づいて、前記ランニングフォームを評価する指標を算出する指標算出ステップと、

出力デバイスが、前記指標算出部が算出した指標を表示又は出力する出力ステップと

を含むことを特徴とするランニングフォーム評価方法。

[請求項6] 前記指標算出部は、前記接離状態データを用いて、前記離地に係る脚の角加速度が反転するタイミング、及びそのタイミング前後における当該脚の滞留時間を股関節伸展情報として算出し、前記股関節伸展情報を含む当該離地に係る脚の離地後における挙動に基づいて、前記

指標を算出する

ことを特徴とする請求項5に記載のランニングフォーム評価方法。

[請求項7] 装着者の体動を検出し、体動の変化に基づいたランニングフォームを評価する方法であって、

前記装着者の両脚大腿部のそれぞれに、各部位の三次元的な変位又は回転を検出可能な複数の体動センサーを装着し、接離状態検出部が、前記一对の体動センサーによる検出結果に基づいて前記装着者の脚の着地を検出し、検出された着地に係る各検出結果を接離状態データとして抽出する接離状態検出ステップと、

指標算出部が、前記接離状態検出ステップにおいて抽出された接離状態データから、当該着地に係る脚の着地前における挙動に基づいて、前記ランニングフォームを評価する指標を算出する指標算出ステップと、

出力デバイスが、前記指標算出部が算出した指標を表示又は出力する出力ステップと

を含むことを特徴とするランニングフォーム評価方法。

[請求項8] 前記指標算出部は、前記接離状態データを用いて、前記着地に係る脚の着地直前の角速度の変化を股関節伸展情報として算出し、前記股関節伸展情報を含む当該着地に係る脚の着地前における挙動に基づいて、前記指標を算出する

ことを特徴とする請求項7に記載のランニングフォーム評価方法。

[請求項9] 装着者の体動を検出し、体動の変化に基づいたランニングフォームを評価するプログラムであって、コンピューターを、

前記装着者の両脚大腿部のそれぞれに装着され、各部位の三次元的な変位又は回転を検出可能な複数の体動センサーによる検出結果に基づいて前記装着者の脚の離地を検出し、検出された離地に係る各検出結果を接離状態データとして抽出する接離状態検出部と、

前記接離状態検出部が抽出した接離状態データから、当該離地に係

る脚の離地後における挙動に基づいて、前記ランニングフォームを評価する指標を算出する指標算出部と、

前記指標算出部が算出した指標を表示又は出力する出力デバイスとして機能させることを特徴とするランニングフォーム評価プログラム。

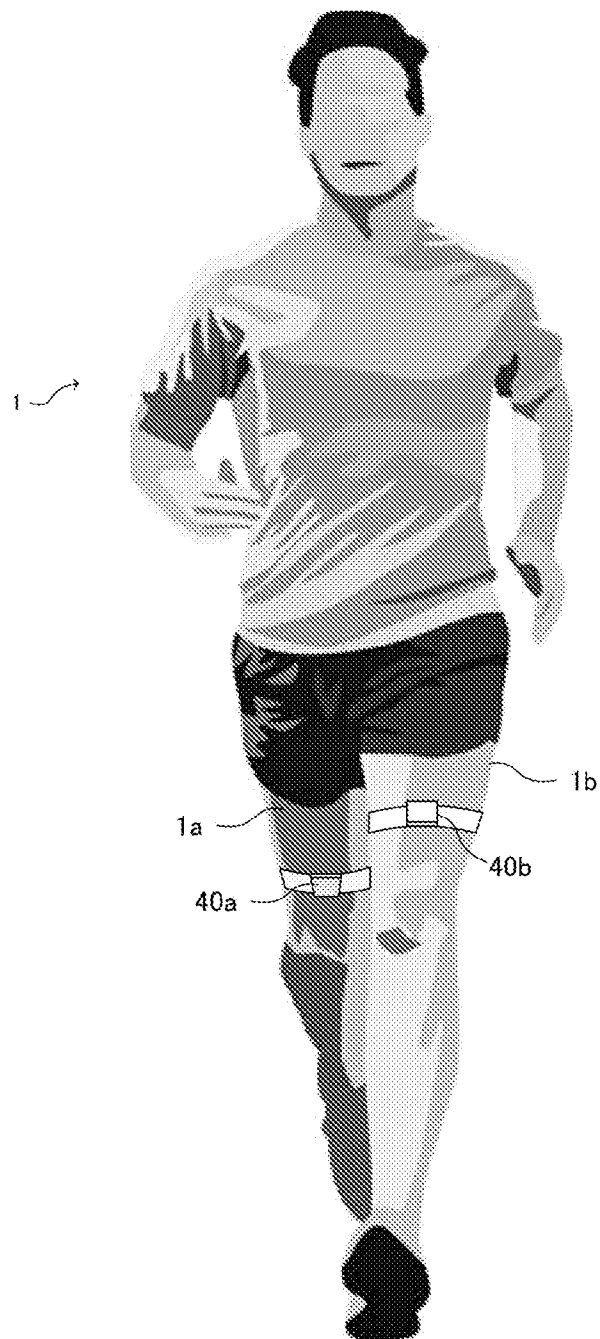
[請求項10] 前記指標算出部は、前記接離状態データを用いて、前記離地に係る脚の角加速度が反転するタイミング、及びそのタイミング前後における当該脚の滞留時間を股関節伸展情報として算出し、前記股関節伸展情報を含む当該離地に係る脚の離地後における挙動に基づいて、前記指標を算出することを特徴とする請求項9に記載のランニングフォーム評価プログラム。

[請求項11] 装着者の体動を検出し、体動の変化に基づいたランニングフォームを評価するプログラムであって、コンピューターを、
前記装着者の両脚大腿部のそれぞれに装着され、各部位の三次元的な変位又は回転を検出可能な複数の体動センサーによる検出結果に基づいて前記装着者の脚の着地状態を検出し、検出された着地状態に係る各検出結果を接離状態データとして抽出する着地状態検出部と、
前記接離状態検出部が抽出した接離状態データから、当該着地に係る脚の着地前における挙動に基づいて、前記ランニングフォームを評価する指標を算出する指標算出部と、
前記指標算出部が算出した指標を表示又は出力する出力デバイスとして機能させることを特徴とするランニングフォーム評価プログラム。

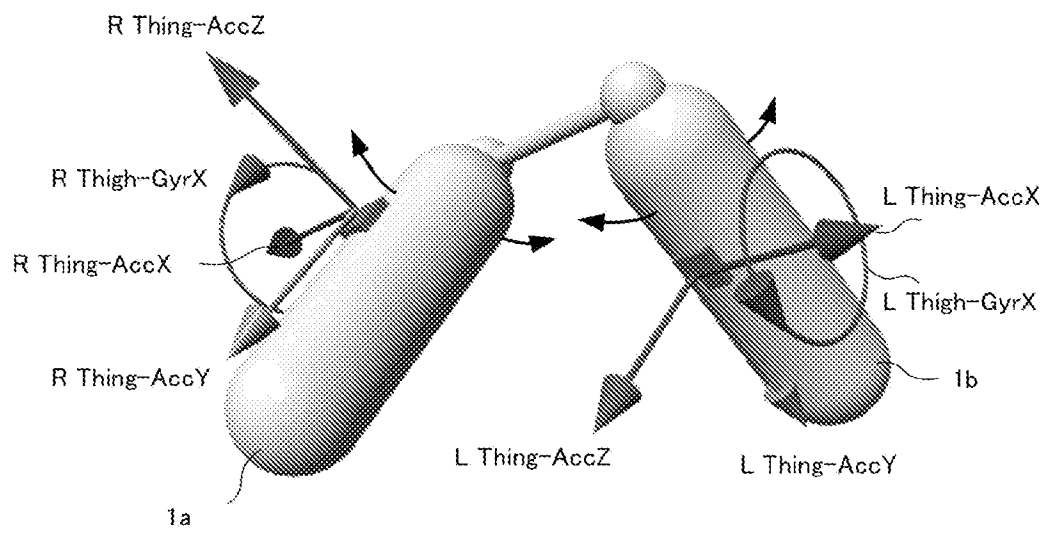
[請求項12] 前記指標算出部は、前記接離状態データを用いて、前記着地に係る脚の着地直前の角速度の変化を股関節伸展情報として算出し、前記股関節伸展情報を含む当該着地に係る脚の着地前における挙動に基づいて、前記指標を算出する

ことを特徴とする請求項 1 1 に記載のランニングフォーム評価プログラム。

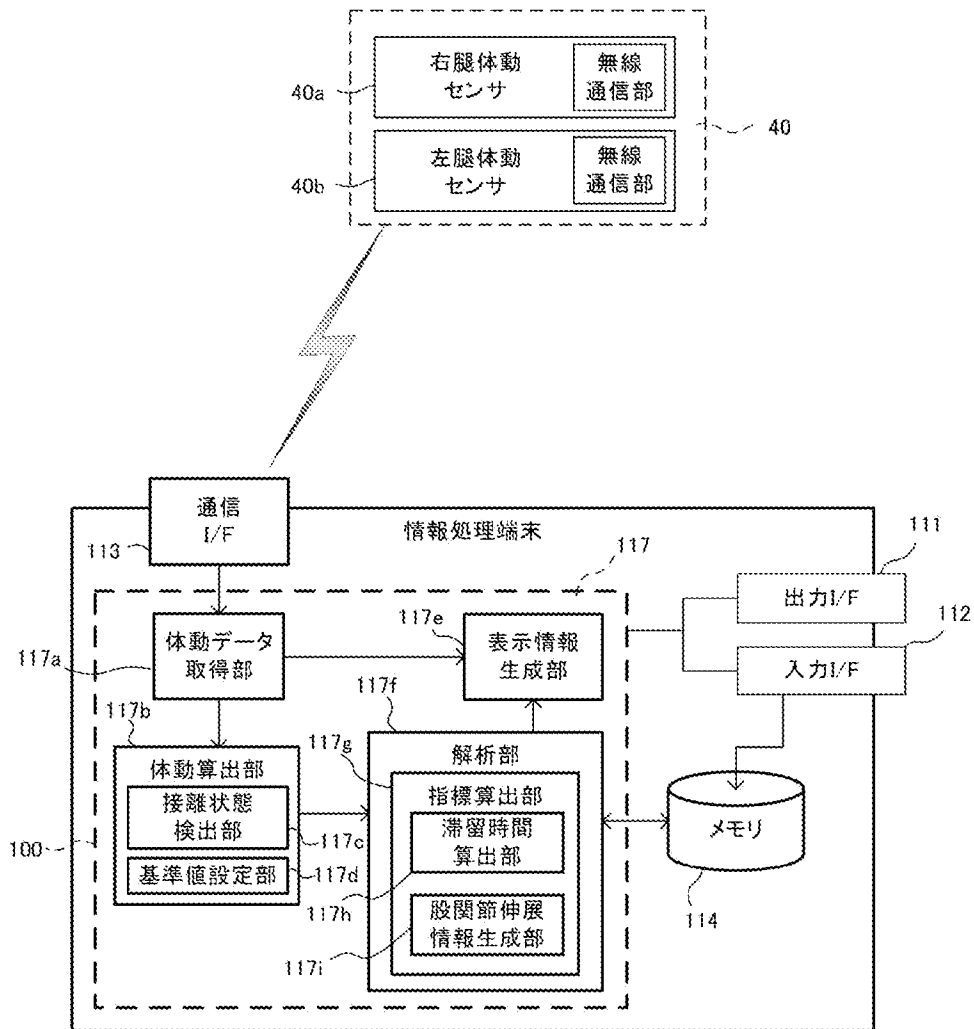
[図1]



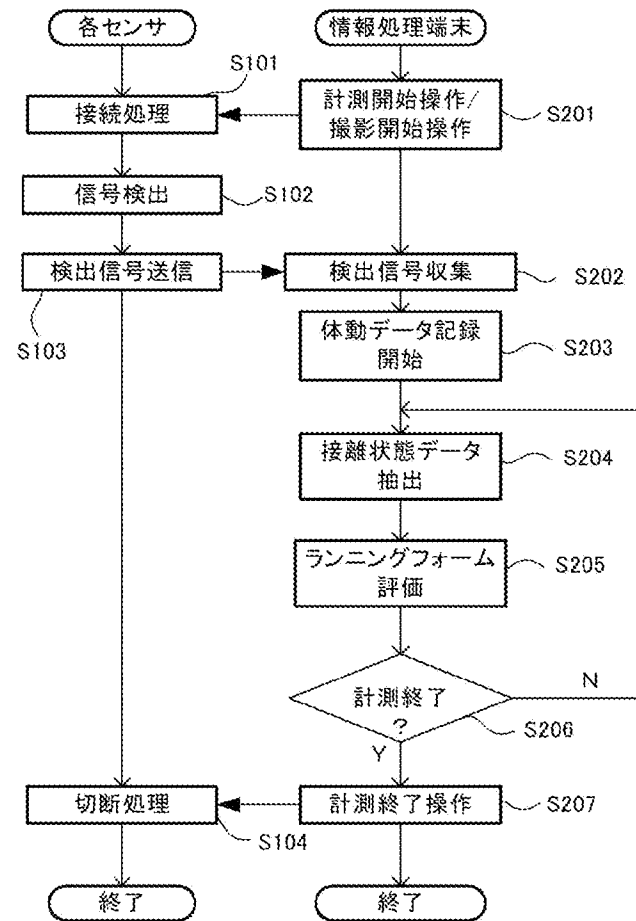
[図2]



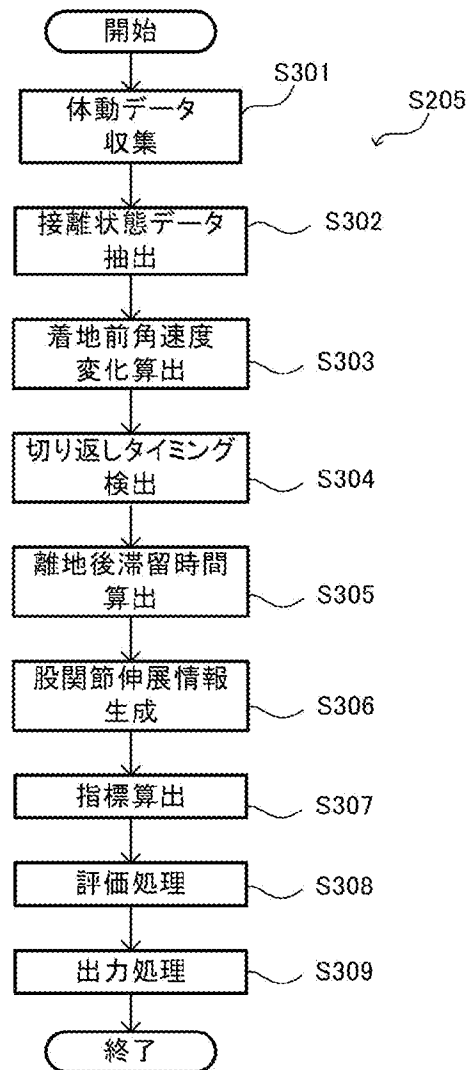
[図3]



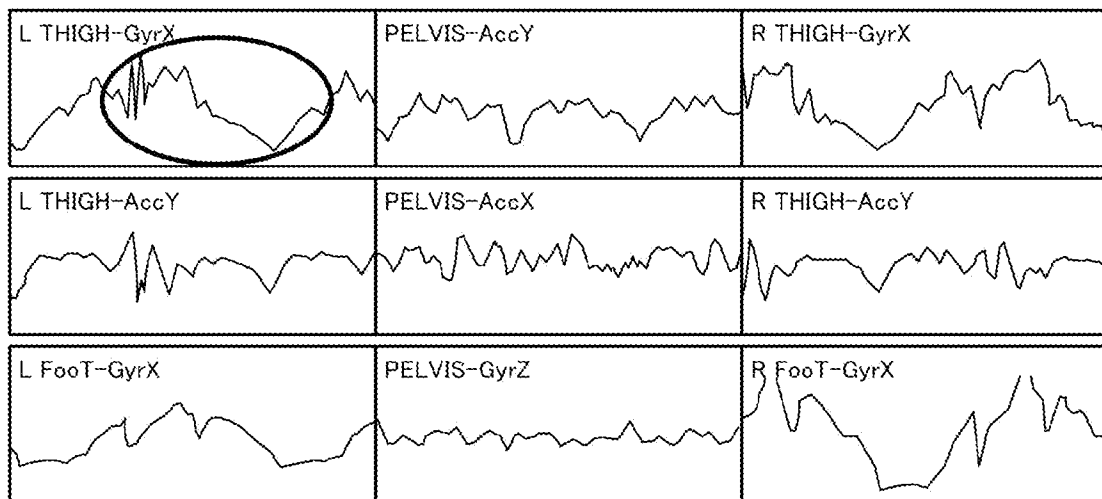
[図4]



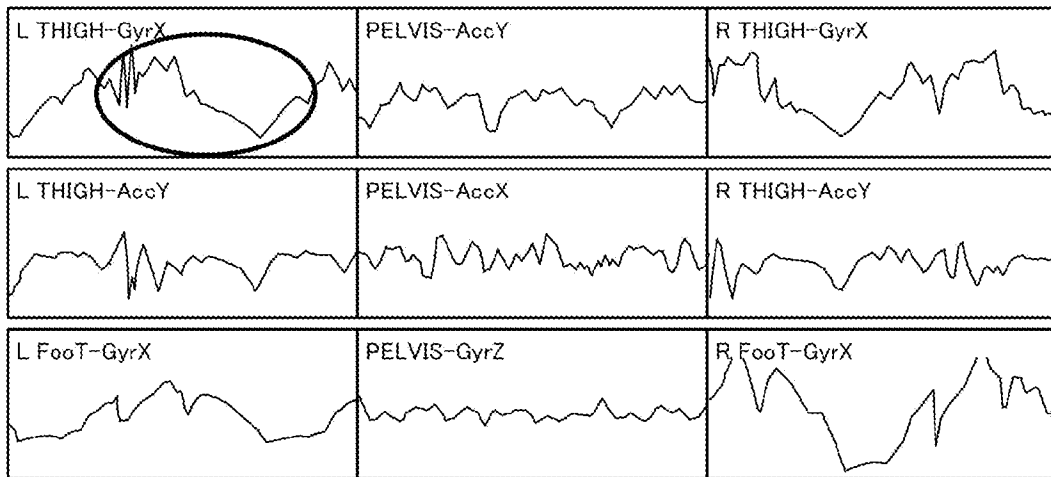
[図5]



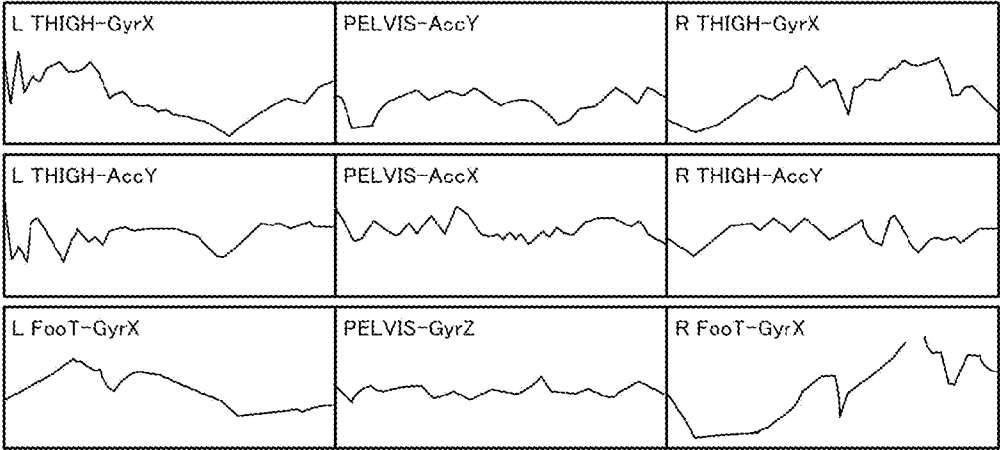
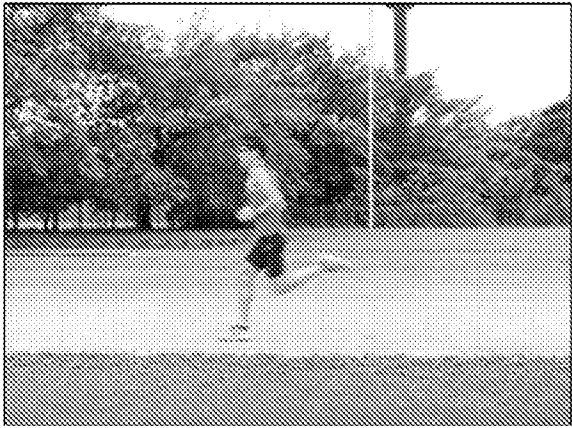
[図6]



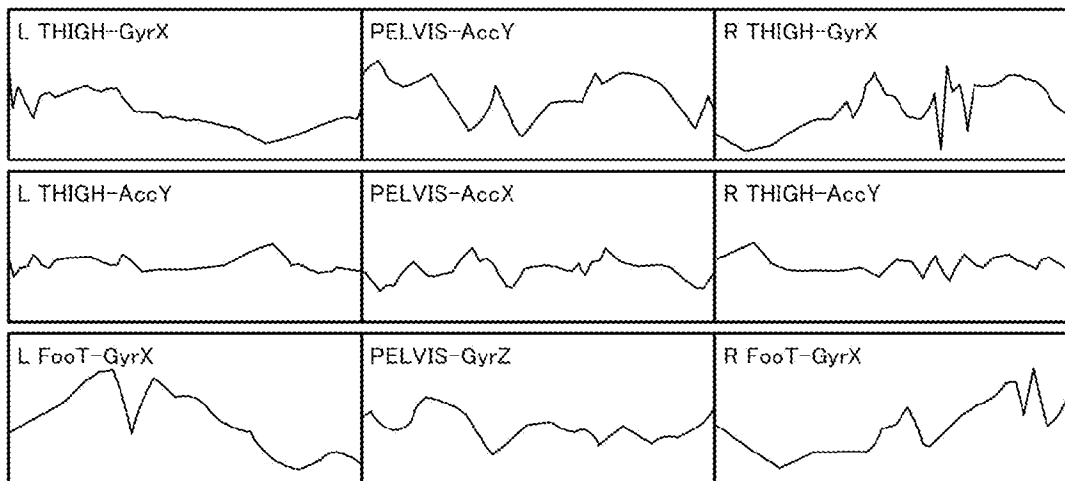
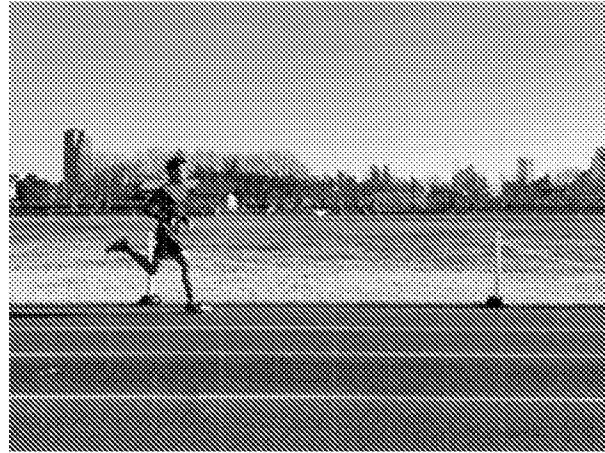
[図7]



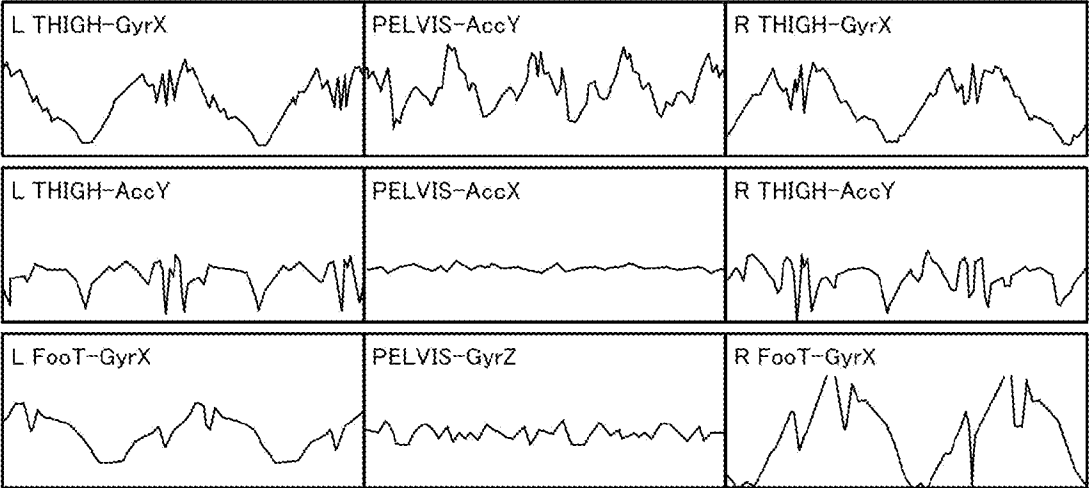
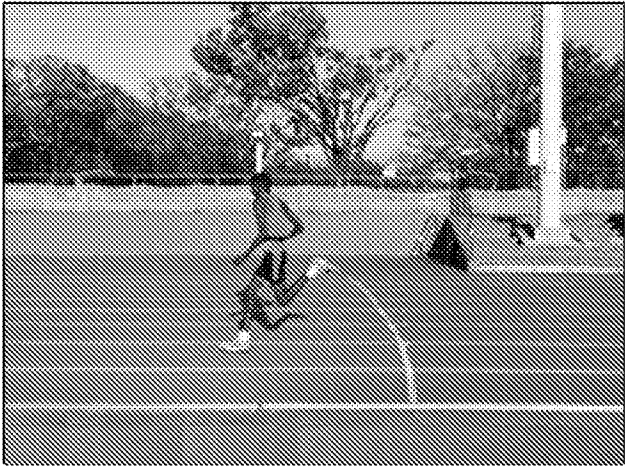
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/024351

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

FI: A63B69/00 B

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

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 1971-2023

Registered utility model specifications of Japan 1996-2023

Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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 2014-110832 A (SEIKO EPSON CORP.) 19 June 2014 (2014-06-19) entire text, all drawings	1-12
A	JP 2021-166683 A (LEOMO, INC.) 21 October 2021 (2021-10-21) entire text, all drawings	1-12
A	US 11527109 B1 (ARCSECOND INC.) 06 January 2021 (2021-01-06) whole documents	1-12
A	US 2013/0324888 A1 (SOLINSKY, James C.) 05 December 2013 (2013-12-05) whole documents	1-12



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

05 September 2023

Date of mailing of the international search report

19 September 2023

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
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/024351

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
JP	2014-110832	A	19 June 2014	US	2014/0156214	A1	
				whole documents			
JP	2021-166683	A	21 October 2021	US	2023/0123441	A1	
				whole documents			
				WO	2021/210461	A1	
				EP	4137215	A1	
US	11527109	B1	06 January 2021	(Family: none)			
US	2013/0324888	A1	05 December 2013	WO	2011/106099	A2	
				whole documents			

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 FI: A63B69/00 B		
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 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 1971-2023年 日本国実用新案登録公報 1996-2023年 日本国登録実用新案公報 1994-2023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 2014-110832 A（セイコーエプソン株式会社）19.06.2014（2014-06-19） 全文，全図	1-12
A	JP 2021-166683 A（リオモ インク）21.10.2021（2021-10-21） 全文，全図	1-12
A	US 11527109 B1（ArcSecond Inc.）06.01.2021（2021-01-06） whole documents	1-12
A	US 2013/0324888 A1（SOLINSKY James C.）05.12.2013（2013-12-05） whole documents	1-12
☐ 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、一般的技术水準を示すもの “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 05.09.2023	国際調査報告の発送日 19.09.2023	
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） 安田 明央 2D 9309 電話番号 03-3581-1101 内線 3241	

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/JP2023/024351

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2014-110832	A	19.06.2014	US	2014/0156214	A1	
				whole documents			
JP	2021-166683	A	21.10.2021	US	2023/0123441	A1	
				whole documents			
				WO	2021/210461	A1	
				EP	4137215	A1	
US	11527109	B1	06.01.2021	(ファミリーなし)			
US	2013/0324888	A1	05.12.2013	WO	2011/106099	A2	
				whole documents			