

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5628560号
(P5628560)

(45) 発行日 平成26年11月19日(2014.11.19)

(24) 登録日 平成26年10月10日(2014.10.10)

(51) Int.Cl.

F I

A 6 1 B 5/11 (2006.01)

A 6 1 B 5/10 3 1 O G

請求項の数 5 (全 32 頁)

(21) 出願番号	特願2010-127232 (P2010-127232)	(73) 特許権者	000005223
(22) 出願日	平成22年6月2日(2010.6.2)		富士通株式会社
(65) 公開番号	特開2011-251013 (P2011-251013A)		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(43) 公開日	平成23年12月15日(2011.12.15)	(73) 特許権者	592019877
審査請求日	平成25年1月24日(2013.1.24)		富士通周辺機株式会社
			兵庫県加東市佐保35番
		(74) 代理人	100089118
			弁理士 酒井 宏明
		(72) 発明者	栗林 貴光
			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
		(72) 発明者	山口 勝義
			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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 携帯電子機器、歩行軌跡算出プログラム及び歩行姿勢診断方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

携帯電子機器であって、
 前記携帯電子機器の上下方向の移動に伴う変位値を検出する第1の変位検出部と、
 前記携帯電子機器の所定方向の移動または回転に伴う変位値を検出する第2の変位検出部と、
 歩行姿勢に関する基準となる軌跡を記憶する歩行姿勢基準軌跡記憶部と、
 前記第1の変位検出部によって検出された複数時点の上下方向の変位値に基づいて、1歩毎に現れる所定の特徴変位の時点歩行タイミングとして抽出する特徴変位時点抽出部と、
 前記特徴変位時点抽出部によって抽出された連続する歩行タイミングを選択し、前記第2の変位検出部によって検出された変位値に基づいて、該選択した歩行タイミングの歩行によって生じる軌跡を算出する軌跡算出部と、
 前記軌跡算出部によって算出された軌跡が、前記歩行姿勢基準軌跡記憶部によって記憶された歩行姿勢に関する基準を満たすか否かを判定する歩行姿勢判定部と
 を有することを特徴とする携帯電子機器。

【請求項2】

前記軌跡算出部は、
 前記第2の変位検出部が左右方向の回転に伴う変位値を検出する場合に、該選択した歩行タイミング直前の歩行タイミングによって生じる最大変位値及び該選択した歩行タイミ

ング直後の歩行タイミングによって生じる最大変位値の差分を左右回転軌跡として算出する左右回転量算出部を有することを特徴とする請求項 1 に記載の携帯電子機器。

【請求項 3】

前記歩行姿勢判定部によって判定された判定結果を出力する出力部を有することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の携帯電子機器。

【請求項 4】

携帯電子機器により実行される歩行軌跡算出プログラムであって、

前記携帯電子機器の上下方向の移動に伴う変位値を検出する第 1 の変位検出部によって検出された複数時点の上下方向の変位値に基づいて、1 歩毎に現れる所定の特徴変位の時点歩行タイミングとして抽出する特徴変位時点抽出手順と、

10

前記特徴変位時点抽出手順によって抽出された連続する歩行タイミングを選択し、前記携帯電子機器の所定方向の移動または回転に伴う変位値を検出する第 2 の変位検出部によって検出された変位値に基づいて、該選択した歩行タイミングの歩行によって生じる軌跡を算出する軌跡算出手順と、

前記軌跡算出手順によって算出された軌跡が、歩行姿勢に関する基準となる軌跡を記憶する記憶部によって記憶された歩行姿勢に関する基準を満たすか否かを判定する歩行姿勢判定手順と

を前記携帯電子機器に実行させることを特徴とする歩行軌跡算出プログラム。

【請求項 5】

携帯電子機器が歩行姿勢を診断する歩行姿勢診断方法であって、

20

前記携帯電子機器の上下方向の移動に伴う変位値を検出する第 1 の変位検出部によって検出された複数時点の上下方向の変位値に基づいて、1 歩毎に現れる所定の特徴変位の時点歩行タイミングとして抽出する特徴変位時点抽出工程と、

前記前記特徴変位時点抽出工程によって抽出された連続する歩行タイミングを選択し、前記携帯電子機器の所定方向の移動または回転に伴う変位値を検出する第 2 の変位検出部によって検出された変位値に基づいて、該選択した歩行タイミングの歩行によって生じる軌跡を算出する軌跡算出工程と、

前記軌跡算出工程によって算出された軌跡が、歩行姿勢に関する基準となる軌跡を記憶する記憶部によって記憶された歩行姿勢に関する基準を満たすか否かを判定する歩行姿勢判定工程と

30

を含むことを特徴とする歩行姿勢診断方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、携帯電子機器、歩行軌跡算出プログラム及び歩行姿勢診断方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、加速度センサや角速度センサを組み合わせ、人間の体等の被測定物の位置あるいは姿勢を検出するための技術が提案されている。例えば、被測定物の加速度を測定する 3 軸加速度センサ及び被測定物の角速度を測定する 3 軸角速度センサをそれぞれ備えた 6 軸センサによって、被測定物の姿勢を示す情報を取得する技術がある。

40

【0003】

また、被測定物が回転等をしたような場合であっても、6 軸センサの各出力データから、所定の 3 軸一括回転変換技術に基づいて、6 軸センサにおける基準座標系の加速度を算出し、被測定物の位置や姿勢を取得する技術がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2010-32296 号公報

【特許文献 2】国際公開第 2008/026357 号

50

【特許文献3】特開2000-325329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、被測定物が人間の体の部位である場合に、6軸センサを用いた従来技術では、歩行中の姿勢の軌跡を取得できないという問題があった。すなわち、従来技術では、6軸センサの各出力データから、歩行中の体の部位の位置や姿勢に関する情報を取得できるが、歩行中の姿勢の軌跡を取得できない。

【0006】

開示の技術は、上記に鑑みてなされたものであって、被測定物が人間の体の部位であっても、歩行姿勢の軌跡を効率よく取得できる携帯電子機器、歩行軌跡算出プログラム及び歩行姿勢診断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】

【0007】

本願の開示する携帯電子機器は、一つの態様において、前記携帯電子機器の上下方向の移動に伴う変位値を検出する第1の変位検出部と、前記携帯電子機器の所定方向の移動または回転に伴う変位値を検出する第2の変位検出部と、歩行姿勢に関する基準となる軌跡を記憶する歩行姿勢基準軌跡記憶部と、前記第1の変位検出部によって検出された複数時点の上下方向の変位値に基づいて、1歩毎に現れる所定の特徴変位の時点歩行タイミングとして抽出する特徴変位時点抽出部と、前記特徴変位時点抽出部によって抽出された連続する歩行タイミングを選択し、前記第2の変位検出部によって検出された変位値に基づいて、該選択した歩行タイミングの歩行によって生じる軌跡を算出する軌跡算出部と、前記軌跡算出部によって算出された軌跡が、前記歩行姿勢基準軌跡記憶部によって記憶された歩行姿勢に関する基準を満たすか否かを判定する歩行姿勢判定部とを備える。

【発明の効果】

【0008】

本願の開示する携帯電子機器の一つの態様によれば、歩行姿勢の軌跡を効率よく取得できるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】図1は、実施例1に係る携帯端末装置の構成を示す機能ブロック図である。

【図2】図2は、実施例2に係る携帯端末装置の構成を示す機能ブロック図である。

【図3】図3は、6軸センサの測定量を説明する図である。

【図4】図4は、診断用閾値テーブルのデータ構造の一例を示す図である。

【図5】図5は、診断用アドバイステーブルのデータ構造の一例を示す図である。

【図6】図6は、6軸センサから出力されるデータ（生データ）の一例を示す図である。

【図7】図7は、ステップマーカ抽出処理により一時的に用いられるデータの一例を示す図である。

【図8】図8は、ステップマーカ抽出処理により出力されるデータの一例を示す図である。

【図9】図9は、ステップマーカ左右判断処理により出力されるデータの一例を示す図である。

【図10】図10は、歩行姿勢軌跡量算出処理結果を用いた各種移動軌跡の算出データ（得点・フォームなし）の一例を示す図である。

【図11】図11は、歩行姿勢軌跡量算出処理結果を用いた各種移動軌跡の算出データ（得点・フォームあり）の一例を示す図である。

【図12】図12は、ステップマーカ抽出の具体例を説明する説明図である。

【図13】図13は、ステップマーカ左右判断の具体例を説明する説明図である。

【図14】図14は、前後回転量算出の具体例を説明する説明図である。

【図15】図15は、体幹回転量算出の具体例を説明する説明図である。

【図 1 6】図 1 6 は、左右回転量算出の具体例を説明する説明図である。

【図 1 7】図 1 7 は、左右移動量算出の具体例を説明する説明図である。

【図 1 8】図 1 8 は、上下移動量算出の具体例を説明する説明図である。

【図 1 9】図 1 9 は、着地時衝撃算出の具体例を説明する説明図である。

【図 2 0】図 2 0 は、実施例 2 に係るステップマーカ抽出処理の手順を示すフローチャートである。

【図 2 1】図 2 1 は、実施例 2 に係るステップマーカ左右判断処理の手順を示すフローチャートである。

【図 2 2】図 2 2 は、実施例 2 に係る歩行姿勢軌跡量算出処理の手順を示すフローチャートである。

10

【図 2 3】図 2 3 は、実施例 2 に係る歩行姿勢診断処理の手順を示すフローチャートである。

【図 2 4】図 2 4 は、携帯端末装置を携帯電話とした場合の 6 軸センサの搭載位置の一例を示す図である。

【図 2 5】図 2 5 は、表示画面の一例を示す図である。

【図 2 6】図 2 6 は、歩行軌跡算出プログラムを実行するコンピュータを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下に、本願の開示する携帯電子機器、歩行軌跡算出プログラム及び歩行姿勢診断方法の実施例を図面に基づいて詳細に説明する。なお、本実施例によりこの発明が限定されるものではない。

20

【実施例 1】

【0011】

図 1 は、本実施例 1 に係る携帯端末装置の構成を示す機能ブロック図である。図 1 に示すように、携帯端末装置 1 は、第 1 の変位検出部 1 1、第 2 の変位検出部 1 2、歩行姿勢基準軌跡記憶部 1 3、特徴変位時点抽出部 1 4、軌跡算出部 1 5 及び歩行姿勢判定部 1 6 を有する。

【0012】

第 1 の変位検出部 1 1 は、被験者の歩行における上下方向の移動に伴う変位値を検出する。第 2 の変位検出部 1 2 は、被験者の歩行における所定方向の移動または回転に伴う変位値を検出する。歩行姿勢基準軌跡記憶部 1 3 は、歩行姿勢に関する基準となる軌跡を記憶する。

30

【0013】

特徴変位時点抽出部 1 4 は、第 1 の変位検出部 1 1 によって検出された複数時点の上下方向の変位値に基づいて、1 歩毎に現れる所定の特徴変位の時点歩行タイミングとして抽出する。軌跡算出部 1 5 は、特徴変位時点抽出部 1 4 によって抽出された連続する歩行タイミングを選択し、第 2 の変位検出部 1 2 によって検出された変位値に基づいて、該選択した歩行タイミングの歩行によって生じる軌跡を算出する。

【0014】

歩行姿勢判定部 1 6 は、軌跡算出部 1 5 によって算出された軌跡が、歩行姿勢基準軌跡記憶部 1 3 によって記憶された歩行姿勢に関する基準を満たすか否かを判定する。

40

【0015】

このようにして、携帯端末装置 1 は、被験者の歩行における上下方向の変位値に基づいて 1 歩毎に現れる所定の特徴変位の時点歩行タイミングとして抽出することとした。このため、携帯端末装置 1 は、抽出した歩行タイミングの 1 歩に係る移動または回転に伴う変位値を取得することができる。したがって、携帯端末装置 1 は、歩行によって連続する歩行タイミングのそれぞれの 1 歩に係る変位値を取得でき、取得したそれぞれの変位値に基づいて歩行によって生じる歩行姿勢の軌跡を効率よく算出できる。また、携帯端末装置 1 は、算出した歩行姿勢の軌跡との比較に歩行姿勢に関する基準となる軌跡を用いることにより、被験者の歩行姿勢の診断を効率よく行なうことができる。

50

【実施例 2】

【0016】

[実施例 2 に係る携帯端末装置の構成]

図 2 は、本実施例 2 に係る携帯端末装置 2 の構成を示す機能ブロック図である。図 2 に示すように、携帯端末装置 2 は、無線通信部 2 1、入力部 2 2、表示部 2 3、6 軸センサ 2 4、制御部 2 5 及び記憶部 2 6 を有する。なお、携帯端末装置 2 は、実施例 2 では、携帯電話であるものとして説明するが、携帯可能な端末装置であれば良く、これに限定されるものではない。

【0017】

制御部 2 5 は、無線制御部 3 1、呼制御部 3 2、入力制御部 3 3、6 軸センサ制御部 3 4、ステップマーカ抽出部 3 5、ステップマーカ左右判断部 3 6、歩行姿勢軌跡量算出部 3 7、歩行姿勢診断部 3 8 及び表示制御部 3 9 を有する。また、歩行姿勢軌跡量算出部 3 7 は、前後回転量算出部 3 7 A、体幹回転量算出部 3 7 B、左右回転量算出部 3 7 C、左右移動量算出部 3 7 D、上下移動量算出部 3 7 E 及び着地時衝撃算出部 3 7 F を有する。なお、制御部 2 5 は、例えば、A S I C (Application Specific Integrated Circuit) や F P G A (Field Programmable Gate Array) 等の集積回路または C P U (Central Processing Unit) や M P U (Micro Processing Unit) 等の電子回路である。

【0018】

記憶部 2 6 は、診断用閾値テーブル 4 1、診断用アドバイステーブル 4 2、診断履歴テーブル 4 3 及びデータ記憶部 4 4 を有する。なお、記憶部 2 6 は、例えば、R A M (Random Access Memory)、フラッシュメモリ (flash memory) 等の半導体メモリ素子、または、ハードディスク、光ディスク等の記憶装置である。

【0019】

無線通信部 2 1 は、携帯電話網との間で無線通信を行う。例えば、無線通信部 2 1 は、W - C D M A (Wideband Code Division Multiple Access) における通信や通話に関する処理を行うベースバンドプロセッサ等である。

【0020】

入力部 2 2 は、各種情報や操作指示を入力するための入力デバイスであり、例えば、数字および文字等を入力するテンキーや、メニュー選択および表示スクロール等に用いられるカーソルキー等である。表示部 2 3 は、各種情報を出力する出力デバイスであり、例えば、液晶ディスプレイやスピーカである。

【0021】

6 軸センサ 2 4 は、互いに直交する 3 軸方向の加速度を検出する 3 軸加速度センサ及び互いに直交する 3 軸周りの回転角速度を検出する 3 軸角速度センサ (ジャイロセンサ) を含む。ここで、6 軸センサ 2 4 が測定する測定量について、図 3 を参照して説明する。図 3 は、6 軸センサの測定量を説明する図である。図 3 に示すように、6 軸センサ 2 4 の装着位置は、被験者 A の腰部 B とする。基準座標軸として X 軸を被験者 A の左右方向、Y 軸を被験者 A の上下方向、Z 軸を被験者 A の前後方向とすると、6 軸センサ 2 4 は、自装置が持つ座標軸と基準座標軸とが合致するように被験者 A に装着されているものとする。

【0022】

6 軸センサ 2 4 に含まれる 3 軸加速度センサは、これら直交する 3 軸方向の加速度を検出する。X 軸方向の加速度は、被験者 A の歩行において左右方向の移動に伴う変位値となる。すなわち、所定時点の 6 軸センサ 2 4 の装着姿勢を基準とした左右方向の移動量であり、左方向の移動量がプラスとなり、右方向の移動量がマイナスとなる。Y 軸方向の加速度は、被験者 A の歩行において上下方向の移動に伴う変位値となる。すなわち、所定時点の 6 軸センサ 2 4 の装着姿勢を基準とした上下方向の移動量であり、上方向の移動量がプラスとなり、下方向の移動量がマイナスとなる。Z 軸方向の加速度は、被験者 A の歩行において前後方向の移動に伴う変位値となる。すなわち、所定時点の 6 軸センサ 2 4 の装着姿勢を基準とした前後方向の移動量であり、前方向の移動量がプラスとなり、後方向の移動量がマイナスとなる。

10

20

30

40

50

【0023】

また、6軸センサ24に含まれる3軸角速度センサは、これら直交する3軸周りの角速度を検出する。X軸周りの角速度は、被験者Aの歩行において前後方向の回転に伴う変位値となる。すなわち、所定時点の6軸センサ24の装着姿勢を基準とした前後方向の回転量であり、後方向（起き上がり方向）の回転量がプラスとなり、前方向（前傾方向）の回転量がマイナスとなる。Y軸周りの角速度は、被験者Aの歩行において体幹方向の回転に伴う変位値となる。すなわち、所定時点の6軸センサ24の装着姿勢を基準とした左右方向の回転量であり、右方向の回転量がプラスとなり、左方向の回転量がマイナスとなる。Z軸周りの角速度は、被験者Aの歩行において左右方向の回転に伴う変位値となる。すなわち、所定時点の6軸センサ24の装着姿勢を基準とした左右方向の回転量であり、右方向の回転量がプラスとなり、左方向の回転量がマイナスとなる。

10

【0024】

図2に戻って、無線制御部31は、無線通信部21による無線通信を制御する。呼制御部32は、無線制御部31により制御された無線通信に関わる呼を制御する。

【0025】

入力制御部33は、各種入力制御を行う。具体的には、入力制御部33は、歩行姿勢の診断開始指示を入力部22から取得すると、6軸センサ制御部34及びステップマーカ抽出部35に歩行姿勢の診断開始指示を出力する。

【0026】

6軸センサ制御部34は、6軸センサ24から出力される各種データを取得し、取得した各種データをデータ記憶部44に生データとして蓄積する。具体的には、6軸センサ制御部34は、入力制御部33から歩行姿勢の診断開始指示を取得すると、取得した指示に基づいて、6軸センサ24から指定期間分の各種データを1秒間に所定サンプルずつ取得し、データ記憶部44に生データとして格納する。例えば、6軸センサ制御部34は、指定期間が1時間の場合、1時間分の各種データを1秒間に60サンプルずつ取得する。なお、各種データには、左右方向の移動量、上下方向の移動量、前後方向の移動量、前後方向の回転量、体幹の回転量及び左右方向の回転量が含まれる。そして、1時点毎各種データが、生データとして蓄積される。

20

【0027】

ステップマーカ抽出部35は、Y軸方向の加速度、すなわち上下方向の移動量に基づいて、1歩毎に現れる所定の特徴時点を歩行タイミング（以降、「ステップマーカ」という。）として抽出する。ここでは、ステップマーカを、一步の着地時点（脚の踵が地面に着地した時点）であるものとして説明する。具体的には、ステップマーカ抽出部35は、データ記憶部44に記憶された生データから上下方向の移動量を参照し、複数時点の上下方向の移動量の中で下方向（マイナス）の折り返し時点を選択する。

30

【0028】

また、ステップマーカ抽出部35は、選択した折り返し時点の移動量が当該折り返し時点より5サンプル前の時点の移動量より小さく、且つ選択した折り返し時点の移動量が当該折り返し時点より5サンプル後の時点の移動量より小さいか否かを判定する。そして、ステップマーカ抽出部35は、選択した折り返し時点の移動量が5サンプル前より小さく、且つ選択した折り返し時点の移動量が5サンプル後より小さい場合には、この折り返し時点ステップマーカとして抽出する。

40

【0029】

また、ステップマーカ抽出部35は、抽出したステップマーカが直前のステップマーカから250ミリ秒未満であるか否かを判定する。そして、ステップマーカ抽出部35は、抽出したステップマーカが直前のステップマーカから250ミリ秒未満であると判定する場合には、歩行姿勢の1歩でないと判断し、抽出したステップマーカをステップマーカと判断しない。そして、ステップマーカ抽出部35は、生データにステップマーカか否かを示すステップマーカの区別を追加した生データをステップマーカ左右判断部36に出力する。

50

【0030】

なお、ステップマーカ抽出部35は、歩行姿勢の1歩の判断を、下限値を用いて判断したが、これに限定されず、さらに上限値を用いて判断しても良い。上限値を用いて判断する場合には、例えば、ステップマーカ抽出部35は、抽出したステップマーカが直前のステップマーカから1000ミリ秒を越えているか否かを判定する。そして、ステップマーカ抽出部35は、抽出したステップマーカが直前のステップマーカから1000ミリ秒を越えていると判定する場合には、歩行姿勢の1歩でないと判断し、抽出したステップマーカをステップマーカと判断しない。

【0031】

ステップマーカ左右判断部36は、ステップマーカ前後のZ軸周りの角速度、すなわち左右方向の最大回転量の左右方向（正負の符号）に基づいて、ステップマーカにおける1歩を成す脚の左右を判断する。具体的には、ステップマーカ左右判断部36は、ステップマーカ抽出部35によって出力された生データから、脚の左右を判断するステップマーカと、当該ステップマーカの直前と直後のステップマーカを選択する。なお、ここでは、脚の左右を判断するステップマーカを左右判断ステップマーカというものとする。そして、ステップマーカ左右判断部36は、左右判断ステップマーカと直前のステップマーカとの間の前期間及び左右判断ステップマーカと直後のステップマーカとの間の後期間を算出する。そして、ステップマーカ左右判断部36は、左右判断ステップマーカを中心に前期間30%の時点から後期間30%の時点までの範囲を前後検索範囲として算出する。

【0032】

また、ステップマーカ左右判断部36は、算出した前後検索範囲から左右方向の最大回転量を生データから読み出す。また、ステップマーカ左右判断部36は、読み出した最大回転量がプラス方向であるか否かを判定する。そして、ステップマーカ左右判断部36は、読み出した最大回転量がプラス方向であると判定する場合には、回転が右方向であると判断し、左脚着地と判定する。一方、ステップマーカ左右判断部36は、読み出した最大回転量がマイナス方向であると判定する場合には、回転が左方向であると判断し、右脚着地と判定する。そして、ステップマーカ左右判断部36は、生データのステップマーカに対するデータについて、1歩を成す脚の左右の区別を追加し、追加したデータを歩行姿勢軌跡量算出部37に出力する。

【0033】

前後回転量算出部37Aは、連続するステップマーカを選択し、X軸周りの角速度、すなわち前後方向の回転量に基づいて、選択したステップマーカの歩行によって生じる移動軌跡を算出する。具体的には、前後回転量算出部37Aは、ステップマーカ左右判断部36によって出力された出力データから、3個の連続するステップマーカを選択する。そして、前後回転量算出部37Aは、中心のステップマーカと直前のステップマーカとの間の前期間及び中心のステップマーカと直後のステップマーカとの間の後期間を算出する。そして、前後回転量算出部37Aは、中心のステップマーカを中心に前期間50%の時点から後期間20%の時点までの範囲を前後検索範囲として算出する。また、前後回転量算出部37Aは、ステップマーカの中心を直後のステップマーカにずらして、新たに中心となったステップマーカを中心に前後検索範囲を算出する。

【0034】

また、前後回転量算出部37Aは、出力データの前後方向の回転量に基づいて、各前後検索範囲から回転量がプラスとなる後方向（起き上がり方向）の各最大回転量を特定する。また、前後回転量算出部37Aは、特定した後方向の各最大回転量のうち連続する最大回転量となる期間で前方向（前傾方向）の最大回転量を特定する。そして、前後回転量算出部37Aは、連続する後方向（起き上がり方向）の各最大回転量と前方向（前傾方向）の最大回転量について、後方向となる時点が前方向となる時点より後の場合には、各最大回転量の差分の絶対値を「起き上がり回転量」として算出する。一方、前後回転量算出部37Aは、連続する後方向（起き上がり方向）の最大回転量と前方向（前傾方向）の最大回転量について、後方向となる時点が前方向となる時点より前の場合には、各最大回転量

の差分の絶対値を「前傾回転量」として算出する。

【0035】

体幹回転量算出部37Bは、連続するステップマーカを選択し、Y軸周りの角速度、すなわち体幹方向の回転量に基づいて、選択したステップマーカの歩行によって生じる移動軌跡を算出する。具体的には、体幹回転量算出部37Bは、ステップマーカ左右判断部36によって出力された出力データから、3個の連続するステップマーカを選択する。そして、体幹回転量算出部37Bは、中心のステップマーカと直前のステップマーカとの間の前期間及び中心のステップマーカと直後のステップマーカとの間の後期間を算出する。そして、体幹回転量算出部37Bは、中心のステップマーカを中心に前期間30%の時点から後期間30%の時点までの範囲を前後検索範囲として算出する。

10

【0036】

また、体幹回転量算出部37Bは、算出した前後検索範囲から左右方向の最大回転量を出力データから読み出す。また、体幹回転量算出部37Bは、読み出した最大回転量がプラス方向であるか否かを判定する。そして、体幹回転量算出部37Bは、読み出した最大回転量がプラス方向であると判定する場合には、右方向の最大回転量であると判断する。一方、体幹回転量算出部37Bは、読み出した最大の回転量がマイナス方向であると判定する場合には、左方向の最大回転量であると判断する。また、体幹回転量算出部37Bは、連続する左方向と右方向の最大回転量について、右方向の最大回転量となる時点が左方向の最大回転量となる時点より前の場合には、右方向と左方向の最大回転量との差分の絶対値を「右方向体幹回転量」として算出する。また、体幹回転量算出部37Bは、連続する左方向と右方向の最大回転量について、右方向の最大回転量となる時点が左方向の最大回転量となる時点より後の場合には、右方向と左方向の最大回転量との差分の絶対値を「左方向体幹回転量」として算出する。

20

【0037】

左右回転量算出部37Cは、連続するステップマーカを選択し、Z軸周りの角速度、すなわち左右方向の回転量に基づいて、選択したステップマーカの歩行によって生じる移動軌跡を算出する。具体的には、左右回転量算出部37Cは、ステップマーカ左右判断部36によって出力された出力データから、2個の連続するステップマーカを選択する。そして、左右回転量算出部37Cは、選択した2個のステップマーカの間の期間をステップマーカ範囲として算出する。

30

【0038】

また、左右回転量算出部37Cは、算出したステップマーカ範囲から左右方向の最大回転量を出力データから読み出す。また、左右回転量算出部37Cは、読み出した最大回転量がプラス方向であるか否かを判定する。そして、左右回転量算出部37Cは、読み出した最大回転量がプラス方向であると判定する場合には、左方向の最大回転量であると判断する。一方、左右回転量算出部37Cは、読み出した最大回転量がマイナス方向であると判定する場合には、左方向の最大回転量であると判断する。また、左右回転量算出部37Cは、連続する左方向と右方向の最大回転量について、左方向の最大回転量となる時点が右方向の最大回転量となる時点より前の場合には、左方向と右方向の最大回転量との差分の絶対値を「左方向回転量」として算出する。また、左右回転量算出部37Cは、連続する左方向と右方向の最大回転量について、左方向の最大回転量となる時点が右方向の最大回転量となる時点より後の場合には、左方向と右方向の最大回転量との差分の絶対値を「右方向回転量」として算出する。

40

【0039】

左右移動量算出部37Dは、連続するステップマーカを選択し、X軸方向の加速度、すなわち左右方向の移動量に基づいて、選択したステップマーカの歩行によって生じる移動軌跡を算出する。具体的には、左右移動量算出部37Dは、ステップマーカ左右判断部36によって出力された出力データから、3個の連続するステップマーカを選択する。そして、左右移動量算出部37Dは、中心のステップマーカと直前のステップマーカとの間の前期間及び中心のステップマーカと直後のステップマーカとの間の後期間を算出する。そ

50

して、左右移動量算出部 37D は、中心のステップマーカを中心に前期間 30% の時点から後期間 30% の時点までの範囲を前後検索範囲として算出する。また、左右移動量算出部 37D は、ステップマーカの中心を直後のステップマーカにずらして、新たに中心となったステップマーカを中心に前後検索範囲を算出する。

【0040】

また、左右移動量算出部 37D は、各前後検索範囲から左右方向の最大移動量を生データから読み出す。また、左右移動量算出部 37D は、読み出した最大移動量がプラス方向であるか否かを判定する。そして、左右移動量算出部 37D は、読み出した最大移動量がプラス方向であると判定する場合には、左方向の最大移動量であると判断する。一方、左右移動量算出部 37D は、読み出した最大移動量がマイナス方向であると判定する場合には、右方向の最大移動量であると判断する。また、左右移動量算出部 37D は、連続する左方向と右方向の最大移動量について、左方向の最大移動量となる時点が右方向の最大移動量となる時点より前の場合には、左方向と右方向の最大移動量との差分の絶対値を「右方向移動量」として算出する。また、左右移動量算出部 37D は、連続する左方向と右方向の最大移動量について、左方向の最大移動量となる時点が右方向の最大移動量となる時点より後の場合には、左方向と右方向の最大移動量との差分の絶対値を「左方向移動量」として算出する。

10

【0041】

上下移動量算出部 37E は、連続するステップマーカを選択し、Y 軸方向の加速度、すなわち上下方向の移動量に基づいて、選択したステップマーカの歩行によって生じる移動軌跡を算出する。具体的には、上下移動量算出部 37E は、ステップマーカ左右判断部 36 によって出力された出力データから、2 個の連続するステップマーカを選択する。そして、上下移動量算出部 37E は、選択した 2 個のステップマーカの間の期間をステップマーカ範囲として算出する。

20

【0042】

また、上下移動量算出部 37E は、算出したステップマーカ範囲から上方向の最大移動量を出力データから読み出す。また、上下移動量算出部 37E は、連続する下方向と上方向の最大移動量について、下方向の最大移動量となる時点が上方向の最大移動量となる時点より前の場合には、下方向と上方向の最大移動量との差分の絶対値を「上方向移動量」として算出する。また、上下移動量算出部 37E は、連続する下方向と上方向の最大移動量について、下方向の最大移動量となる時点が上方向の最大移動量となる時点より後の場合には、下方向と上方向の最大移動量との差分の絶対値を「下方向移動量」として算出する。

30

【0043】

着地時衝撃算出部 37F は、連続するステップマーカを選択し、Y 軸方向の加速度、すなわち上下方向の移動量に基づいて、選択したステップマーカの歩行によって生じる着地時の衝撃を算出する。具体的には、着地時衝撃算出部 37F は、ステップマーカ左右判断部 36 によって出力された出力データから、2 個の連続するステップマーカを選択する。そして、着地時衝撃算出部 37F は、選択した 2 個のステップマーカの間の期間をステップマーカ範囲として算出する。

40

【0044】

また、着地時衝撃算出部 37F は、算出したステップマーカ範囲から上下方向の最大移動量を出力データから読み出す。また、着地時衝撃算出部 37F は、読み出した上下方向の最大移動量の差分の絶対値を「着地時の衝撃」として算出する。

【0045】

歩行姿勢診断部 38 は、歩行姿勢軌跡量算出部 37 によって算出された各種移動軌跡に基づいて、歩行姿勢を診断する。具体的には、歩行姿勢診断部 38 は、歩行姿勢軌跡量算出部 37 によって算出された各種移動軌跡を取得する。また、歩行姿勢診断部 38 は、取得した各種移動軌跡を用いて、それぞれの移動軌跡毎に平均値を算出する。例えば、歩行姿勢診断部 38 は、左右回転量算出部 37C によって算出された指定期間分の複数の右方

50

向回転量を取得し、右方向回転量の平均値を算出する。なお、これら各種移動軌跡の算出結果を、「各種移動軌跡の算出データ」というものとする。

【0046】

また、歩行姿勢診断部38は、各種移動軌跡が診断用閾値テーブル41に記憶された歩行姿勢に関する基準を満たすか否かを判定する。ここで、診断用閾値テーブル41について、図4を参照しながら説明する。図4は、診断用閾値テーブルのデータ構造の一例を示す図である。図4に示すように、診断用閾値テーブル41は、歩行姿勢に関する基準となる移動軌跡の閾値を記憶する。例えば、診断用閾値テーブル41は、右方向移動量の平均値について、基準となる上限値41a及び下限値41bを記憶する。また、診断用閾値テーブル41は、左方向移動量の平均値について、基準となる上限値41c及び下限値41dを記憶する。なお、図4の例では、左右方向移動量の平均、左右脚の上方向移動量の平均及び左右脚の腰の回転量の平均を記憶するようにしたが、これに限定されるものではなく、これら以外の移動軌跡の閾値を記憶しても良く、歩行姿勢の診断をさらに充実させることができる。

10

【0047】

図2に戻って、より具体的に、歩行姿勢診断部38は、移動軌跡が例えば左右移動量算出部37Dによって算出された右方向移動量である場合に、この右方向移動量の平均値を算出する。そして、歩行姿勢診断部38は、右方向移動量の平均値が診断用閾値テーブル41に記憶された右方向移動量の平均の下限値41b以上であり、且つ右方向移動量の平均の上限値41a以下である場合に、歩行姿勢に関する基準を満たすと判定する。一方、歩行姿勢診断部38は、右方向移動量の平均値が診断用閾値テーブル41に記憶された右方向移動量の平均の下限値41b未満、または上限値41aを超過する場合に、歩行姿勢に関する基準を満たさないと判定する。そして、歩行姿勢診断部38は、判定結果に基づいて、右方向移動量の平均値から求められる得点を算出する。例えば、歩行姿勢診断部38は、歩行姿勢に関する基準を満たす場合には、各種移動軌跡によって割り当てられている得点のうち、右方向移動量に割り当てられている得点を満点とする。一方、歩行姿勢診断部38は、歩行姿勢に関する基準を満たさない場合には、各種移動軌跡によって割り当てられている得点のうち、右方向移動量に割り当てられている得点から右方向移動量の平均値と上限値41aまたは下限値41bとの差分値に応じた値を減点する。そして、歩行姿勢診断部38は、各種移動軌跡について各得点を算出し、算出した各得点を全て加算する。なお、各種移動軌跡によって割り当てられている得点を全て加算すると最大100点になるとしても良い。また、各種移動軌跡によって割り当てられている各得点は、各種移動軌跡の重要度に応じて重み付けを行なった得点であっても良く、歩行姿勢の診断をより正確なものとすることができる。

20

30

【0048】

また、歩行姿勢診断部38は、各種移動軌跡について、診断用閾値テーブル41に記憶されたデータとの比較結果に基づいて、診断フォーム（歩行姿勢）情報を作成する。診断フォーム（歩行姿勢）情報には、例えば、フォームに関する診断ポイント及び後述する診断用アドバイステーブル42内の識別番号が含まれる。また、歩行姿勢診断部38は、「各種移動軌跡の算出データ」に診断フォーム（歩行姿勢）情報及び得点を結合し、表示制御部39に出力する。

40

【0049】

表示制御部39は、歩行姿勢診断部38によって診断された診断結果を表示部23に表示する。具体的には、表示制御部39は、歩行姿勢診断部38から診断フォーム（歩行姿勢）情報及び得点を結合した「各種移動軌跡の算出データ」を取得する。また、表示制御部39は、診断用アドバイステーブル42に記憶されたデータに基づいて、「各種移動軌跡の算出データ」を編集し、表示部23に表示する。また、表示制御部39は、「各種移動軌跡の算出データ」及びアドバイス内容を診断履歴テーブル43に格納する。

【0050】

ここで、診断用アドバイステーブル42について、図5を参照しながら説明する。図5

50

は、診断用アドバイステーブルのデータ構造の一例を示す図である。図5に示すように、診断用アドバイステーブル42は、識別番号42a毎に、測定ポイント42b、メッセージ内容42c及び写真コンテンツ内容42d及び画像id42eを対応付けて記憶する。識別番号42aは、診断用アドバイスの識別番号であり、診断フォーム（歩行姿勢）情報内の識別番号に対応する。測定ポイント42bは、アドバイスポイントであり、診断フォーム（歩行姿勢）情報内のフォームに関する診断のポイントが埋め込まれる。メッセージ内容42cは、ワンポイントアドバイスの内容となる。

【0051】

次に、6軸センサ制御部34によってデータ記憶部44に記憶される生データの構造について、図6を参照しながら説明する。図6は、6軸センサ24から出力されるデータ（生データ）の一例を示す図である。図6に示すように、生データは、6軸センサ24によって検出された年月日時刻a1毎に、前後方向の回転量a2、体幹方向の回転量a3、左右方向の回転量a4、左右方向の移動量a5、上下方向の移動量a6及び前後方向の移動量a7を対応付けて1行に記憶する。

10

【0052】

図6の例では、L1行に示すように、2010/4/13 15:09に前後方向の回転量a2が「-33」、体幹方向の回転量a3が「16」、左右方向の回転量a4が「48」、左右方向の移動量a5が「112」となる。さらに、上下方向の移動量a6が「-600」、前後方向の移動量a7が「-736」となる。なお、開始の年月日時刻a1は、歩行姿勢の実行指示があった時点となる。また、回転量の単位は、度/秒（degree/second）で表され、移動量の単位は、ミリメートル（mm）で表される。

20

【0053】

次に、ステップマーカ抽出部35のステップマーカ抽出処理によって一時的に用いられるデータの構造について、図7を参照しながら説明する。図7は、ステップマーカ抽出処理により一時的に用いられるデータの一例を示す図である。図7に示すように、データは、インデックスb1毎に、左右方向の移動量b2、上下方向の移動量b3、前後方向の移動量b4、前後方向の回転量b5、体幹方向の回転量b6、左右方向の回転量b7、携帯電話の姿勢を表す回転行列の各要素値b8、各移動量及び各回転量のフィルタリングb9等を対応付けて1行に記憶する。なお、インデックスb1は、例えば生データに含まれるそれぞれの年月日時刻a1に対応し、「0」が診断開始時となる。

30

【0054】

次に、ステップマーカ抽出部35のステップマーカ抽出処理によってステップマーカ左右判断部36に出力される出力データの構造について、図8を参照しながら説明する。図8は、ステップマーカ抽出処理により出力されるデータの一例を示す図である。図8に示すように、出力データは、年月日時刻a1毎に、前後方向の回転量a2、体幹方向の回転量a3、左右方向の回転量a4、左右方向の移動量a5、上下方向の移動量a6、前後方向の移動量a7及びステップマーカの区別c1を対応付けて1行に記憶する。すなわち、出力データは、生データの1行毎にステップマーカか否かを示すステップマーカの区別c1を追加したデータである。図8の例では、L2行に示すように、ステップマーカであることを示す「111」が追加されている。また、L2行以外の行には、ステップマーカでないことを示す「000」が追加されている。

40

【0055】

次に、ステップマーカ左右判断部36のステップマーカ左右判断処理によって歩行姿勢軌跡量算出部37に出力される出力データの構造について、図9を参照しながら説明する。図9は、ステップマーカ左右判断処理により出力されるデータの一例を示す図である。図9に示すように、出力データは、年月日時刻a1毎に、前後方向の回転量a2、体幹方向の回転量a3、左右方向の回転量a4、左右方向の移動量a5、上下方向の移動量a6、前後方向の移動量a7を対応付けて記憶する。また、出力データは、1行毎にステップマーカの区別c1及び左脚着地か右脚着地かの区別d1を対応付けて記憶する。すなわち、出力データは、生データの1行毎に1歩を成す脚の左右の区別d1を追加したデータで

50

ある。

【0056】

図9の例では、L3行に示すように、左右の区別d1に左脚着地であることを示す「111」が追加されている。また、L4行に示すように、左右の区別d1に右脚着地であることを示す「222」が追加されている。また、L3行からL4行では、左右の区別d1に左脚着地であることを示す「111」が追加されている。すなわち、この期間は、左脚の1歩によって生じる移動軌跡であることを表している。また、L4以降では、左右の区別d1に右脚着地であることを示す「222」が追加されている。すなわち、この期間は、右脚の1歩によって生じる移動軌跡であることを表している。

【0057】

次に、歩行姿勢診断部38によって歩行姿勢軌跡量算出結果を用いた各種移動軌跡を算出した算出データの構造について、図10及び図11を参照しながら説明する。図10は、歩行姿勢軌跡量算出処理結果を用いた各種移動軌跡の算出データのうち得点及び診断フォームがない場合の一例であり、図11は、得点及び診断フォームがある場合の一例である。

【0058】

図10に示すように、算出データには、右左方向の回転量の平均、右左方向の移動量の平均、左右回転量の差、左右移動量の差がある。また、算出データには、右脚着地での腰の起き上がり量及び前傾量の平均、左脚着地での腰の起き上がり量及び前傾量の平均、腰の起き上がり量の差、腰の前傾量の差がある。また、算出データには、右脚着地での上方向の移動量の平均、右脚着地での下方向の移動量の平均、左脚着地での上方向の移動量の平均、左脚着地での下方向の移動量の平均、上方向の移動量の差、下方向の移動量の差がある。また、算出データには、右脚着地での腰の体幹回転量の平均、左脚着地での腰の体幹回転量の平均、腰の体幹回転量の差がある。さらに、算出データには、右脚の衝撃度の平均、左脚の衝撃度の平均、左右の衝撃度の差がある。

【0059】

また、図11に示すように、算出データは、図10に示した各種移動軌跡の算出データに算出範囲e1、アドバイス結果e2及びアドバイス得点e3を追加したデータである。算出範囲e1は、生データのどの範囲のデータを用いて算出したかを示す属性を指し、例えば全期間範囲を示す「合計」、全期間範囲のうち診断開始から所定期間範囲を示す「開始」、中間範囲を示す「中間」がある。アドバイス結果e2は、診断フォーム（歩行姿勢）情報を指す。アドバイス得点e3は、各種移動軌跡の算出データに基づいて算出された得点を指す。なお、算出範囲e1は、診断開始指示のパラメータとして指示するようにしても良い。

【0060】

図11の例では、算出範囲e1には、生データの全期間範囲のデータを用いたことを示す「合計」が表される。アドバイス結果e2には、「左右バランスが悪い(2)」が表される。アドバイス得点e3には、「52.2」点が表される。なお、アドバイス結果e2の括弧内の数値は、診断用アドバイステーブル42内の識別番号となる。

【0061】

[ステップマーカ抽出の具体例]

次に、ステップマーカ抽出部35によるステップマーカ抽出の具体例について図12を参照しながら説明する。図12は、ステップマーカ抽出の具体例を説明する説明図である。図12(A)は、時間毎の各種回転量を示すグラフであり、図12(B)は、時間毎の各種移動量を示すグラフであり、図12(C)は、ステップマーカ抽出方法を示すグラフの一部である。

【0062】

図12(A)の横軸は時間軸を示し、縦軸は生データから表される各種回転量(単位: degree)を示す。各種回転量のうち基準座標軸のX軸で表される前後回転量g c xを破線で示し、Y軸で表される体幹回転量g c yを実線で示し、Z軸で表される左右回転

10

20

30

40

50

量 g_{cz} を一点鎖線で示すものとする。

【0063】

図12(B)の横軸は時間軸を示し、縦軸は生データから表される各種移動量(単位: mm)を示す。各種移動量のうち基準座標軸のX軸方向で表される左右移動量 g_{ax} を破線で示し、Y軸で表される上下移動量 g_{ay} を実線で示し、Z軸で表される前後移動量 g_{az} を一点鎖線で示すものとする。ステップマーカ抽出部35によるステップマーカ抽出は、各種回転量及び各種移動量のうち上下移動量 g_{ay} を用いる。この上下移動量 g_{ay} のうち上方向の移動量がプラス、下方向の移動量がマイナスとなる。なお、上下方向の移動量の基準は、例えば、歩行姿勢診断開始時点の6軸センサ24が搭載された携帯電話の装着姿勢を基準とする。

10

【0064】

ステップマーカ抽出部35は、上下移動量 g_{ay} を参照し、マイナス方向の折り返し時点を選択する。ここでは、ステップマーカ抽出部35は、 $y_0 \sim y_9$ に示す時点を折り返し時点として選択する。

【0065】

図12(C)に示すように、折り返し地点がステップマーカであるか否かを判定する。すなわち、ステップマーカ抽出部35は、選択した折り返し時点の移動量より5サンプル前の移動量及び5サンプル後の移動量を参照する。そして、ステップマーカ抽出部35は、折り返し時点の移動量が5サンプル前の移動量より小さく、且つ折り返し時点の移動量が5サンプル後の移動量より小さいか否かを判定する。そして、ステップマーカ抽出部35は、折り返し時点の移動量が5サンプル前の移動量より小さく、且つ折り返し時点の移動量が5サンプル後より小さい場合には、この折り返し時点をステップマーカとして抽出する。

20

【0066】

[ステップマーカ左右判断の具体例]

次に、ステップマーカ左右判断部36によるステップマーカ左右判断の具体例について図13を参照しながら説明する。図13は、ステップマーカ左右判断の具体例を説明する説明図である。ステップマーカ左右判断部36によるステップマーカ左右判断は、各種回転量及び各種移動量のうち左右回転量 g_{cz} を用いる。この左右回転量 g_{cz} のうち右方向の回転量がプラス、左方向の回転量がマイナスとなる。なお、左右方向の回転量の基準は、例えば、歩行姿勢診断開始時点の6軸センサ24が搭載された携帯電話の装着姿勢を基準とする。

30

【0067】

ステップマーカ左右判断部36は、脚の左右を判断するステップマーカ(左右判断ステップマーカ)と、当該ステップマーカの直前と直後のステップマーカを選択する。ここでは、左右判断ステップマーカを s_2 、このステップマーカの直前と直後のステップマーカをそれぞれ s_1 、 s_3 とする。そして、ステップマーカ左右判断部36は、 s_1 から s_2 までの前期間と s_2 から s_3 までの後期間を算出し、 s_2 を中心に前期間30%の時点から後期間30%の時点までの範囲を前後検索範囲として算出する。この左右判断ステップマーカ s_2 を中心とした前後検索範囲内で左右判断ステップマーカ s_2 における1歩を成す脚の左右を判断するのである。

40

【0068】

そして、ステップマーカ左右判断部36は、前後検索範囲から左右方向の最大回転量を選択し、選択した最大回転量がプラス方向であるか否かを判定する。そして、ステップマーカ左右判断部36は、最大回転量がプラス方向であると判定する場合には、右方向の回転であると判断し、左脚着地と判定する。ここでは、左右判断ステップマーカ s_2 を中心とした前後検索範囲から左右方向の最大回転量 c_1 を選択し、 c_1 がプラス方向であるので左脚着地と判定する。

【0069】

一方、ステップマーカ左右判断部36は、最大回転量がマイナス方向であると判定する

50

場合には、左方向の回転であると判断し、右脚着地と判定する。例えば、左右判断ステップマーカが s 5 の場合には、同様に算出した前後検索範囲から左右方向の最大回転量 c 2 を選択し、c 2 がマイナス方向であるので右脚着地と判定する。

【0070】

[前後回転量算出の具体例]

次に、前後回転量算出部 37A による前後回転量算出の具体例について図 14 を参照しながら説明する。図 14 は、前後回転量算出の具体例を説明する説明図である。前後回転量算出部 37A による前後回転量算出は、各種回転量及び各種移動量のうち前後回転量 g c x を用いる。この前後回転量 g c x のうち後方向（起き上がり方向）の回転量がプラス、前方向（前傾方向）の回転量がマイナスとなる。なお、前後方向の回転量の基準は、例えば、歩行姿勢診断開始時点の 6 軸センサ 24 が搭載された携帯電話の装着姿勢を基準とする。

10

【0071】

前後回転量算出部 37A は、3 個の連続するステップマーカを選択する。そして、前後回転量算出部 37A は、中心のステップマーカと直前のステップマーカとの間の前期間及び中心のステップマーカと直後のステップマーカとの間の後期間を算出する。そして、前後回転量算出部 37A は、中心のステップマーカを中心に前期間 50 % の時点から後期間 20 % の時点までの範囲を前後検索範囲として算出する。例えば、中心のステップマーカが s 11 の場合には、直前のステップマーカ s 10 と直後のステップマーカ s 12 とを用いて前後検索範囲を算出する。

20

【0072】

そして、前後回転量算出部 37A は、前後検索範囲からプラスの最大回転量を特定する。ここでは、d 1、d 2、d 3 の時点を実際の最大回転量として特定する。そして、前後回転量算出部 37A は、プラスの各最大回転量のうち連続する最大回転量となる期間からマイナスの最大回転量を特定する。ここでは、d 1 及び d 2 期間から d 5 の時点、d 2 と d 3 期間から d 6 の時点を実際の最大回転量として特定する。そして、前後回転量算出部 37A は、連続するプラスとマイナスの最大回転量について、プラスとなる時点がマイナスとなる時点より後の場合には、各最大回転量の差分の絶対値を「起き上がり回転量」として算出する。例えば、「起き上がり回転量」は、d 6 時点のマイナスの最大回転量と d 3 時点のプラスの最大回転量との差分の絶対値となる。

30

【0073】

一方、前後回転量算出部 37A は、連続するプラスとマイナスの最大回転量について、プラスとなる時点がマイナスとなる時点より前の場合には、各最大回転量の差分の絶対値を「前傾回転量」として算出する。例えば、「前傾回転量」は、d 1 時点の最大回転量と d 5 時点の最大回転量との差分の絶対値となる。

【0074】

[体幹回転量算出の具体例]

次に、体幹回転量算出部 37B による体幹回転量算出の具体例について図 15 を参照しながら説明する。図 15 は、体幹回転量算出の具体例を説明する説明図である。体幹回転量算出部 37B による体幹回転量算出は、各種回転量及び各種移動量のうち体幹回転量 g c y を用いる。この体幹回転量 g c y のうち右方向の回転量がプラス、左方向の回転量がマイナスとなる。なお、体幹方向の回転量の基準は、例えば、歩行姿勢診断開始時点の 6 軸センサ 24 が搭載された携帯電話の装着姿勢を基準とする。また、前後検索範囲の算出方法については、ステップマーカ左右判断部 36 と同様であるので、その説明を省略する。図 15 の例では、中心のステップマーカが s 21 の場合には、直前のステップマーカ s 20 と直後のステップマーカ s 22 とを用いて前後検索範囲を算出する。

40

【0075】

体幹回転量算出部 37B は、前後検索範囲の算出後、各前後検索範囲からそれぞれの体幹回転量の折り返し地点を特定する。すなわち、体幹回転量算出部 37B は、前後検索範囲からプラスの最大回転量またはマイナスの最大回転量を特定する。ここでは、e 1 の時

50

点及び e 3 の時点をプラスの最大回転量として特定し、e 2 の時点をマイナスの最大回転量として特定する。そして、体幹回転量算出部 37 B は、連続するプラスとマイナスの最大回転量について、プラスとなる時点がマイナスとなる時点より後の場合には、各最大回転量の差分の絶対値を「左方向体幹回転量」として算出する。例えば、「左方向体幹回転量」は、e 2 時点のマイナスの最大回転量と e 3 時点のプラスの最大回転量との差分の絶対値となる。

【0076】

一方、体幹回転量算出部 37 B は、連続するプラスとマイナスの最大回転量について、プラスとなる時点がマイナスとなる時点より前の場合には、各最大回転量の差分の絶対値を「右方向体幹回転量」として算出する。例えば、「右方向体幹回転量」は、e 2 時点の

10

【0077】

〔左右回転量算出の具体例〕

次に、左右回転量算出部 37 C による左右回転量算出の具体例について図 16 を参照しながら説明する。図 16 は、左右回転量算出の具体例を説明する説明図である。左右回転量算出部 37 C による左右回転量算出は、各種回転量及び各種移動量のうち左右回転量 g c z を用いる。この左右回転量 g c z のうち右方向の回転量がプラス、左方向の回転量がマイナスとなる。なお、左右方向の回転量の基準は、例えば、歩行姿勢診断開始時点の 6 軸センサ 24 が搭載された携帯電話の装着姿勢を基準とする。

【0078】

20

左右回転量算出部 37 C は、連続するステップマーカを選択し、選択した 2 個のステップマーカ間をステップマーカ範囲として算出する。そして、左右回転量算出部 37 C は、各ステップマーカ範囲からそれぞれの左右回転量の最大となる時点を特定する。すなわち、左右回転量算出部 37 C は、ステップマーカ範囲からプラスの最大回転量またはマイナスの最大回転量を特定する。ここでは、f 1 の時点及び f 3 の時点をプラスの最大回転量として特定し、f 2 の時点及び f 4 の時点をマイナスの最大回転量として特定する。そして、左右回転量算出部 37 C は、連続するプラスとマイナスの最大回転量について、プラスとなる時点がマイナスとなる時点より後の場合には、各最大回転量の差分の絶対値を「左方向回転量」として算出する。例えば、「左方向回転量」は、f 2 時点のマイナスの最大回転量と f 3 時点のプラスの最大回転量との差分の絶対値となる。

30

【0079】

一方、左右回転量算出部 37 C は、連続するプラスとマイナスの最大回転量について、プラスとなる時点がマイナスとなる時点より前の場合には、各最大回転量の差分の絶対値を「右方向回転量」として算出する。例えば、「右方向回転量」は、f 2 時点のマイナスの最大回転量と f 1 時点のプラスの最大回転量との差分の絶対値となる。

【0080】

〔左右移動量算出の具体例〕

次に、左右移動量算出部 37 D による左右移動量算出の具体例について図 17 を参照しながら説明する。図 17 は、左右移動量算出の具体例を説明する説明図である。左右移動量算出部 37 D による左右移動量算出は、各種回転量及び各種移動量のうち左右移動量 g a x を用いる。この左右移動量 g a x のうち左方向の移動量がプラス、右方向の移動量がマイナスとなる。なお、左右方向の移動量の基準は、例えば、歩行姿勢診断開始時点の 6 軸センサ 24 が搭載された携帯電話の装着姿勢を基準とする。また、前後検索範囲の算出方法については、ステップマーカ左右判断部 36 と同様であるので、その説明を省略する。

40

【0081】

左右移動量算出部 37 D は、前後検索範囲の算出後、各前後検索範囲からそれぞれの左右移動量の折り返し地点を特定する。すなわち、左右移動量算出部 37 D は、前後検索範囲からプラスの最大移動量またはマイナスの最大移動量を特定する。ここでは、g 1 の時点及び g 3 の時点をプラスの最大移動量として特定し、g 2 の時点をマイナスの最大移動

50

量として特定する。そして、左右移動量算出部 37D は、連続するプラスとマイナスの最大移動量について、プラスとなる時点がマイナスとなる時点より後の場合には、各最大移動量の差分の絶対値を「左方向移動量」として算出する。例えば、「左方向移動量」は、g 2 時点のマイナスの最大移動量と g 3 時点のプラスの最大移動量との差分の絶対値となる。

【0082】

一方、左右移動量算出部 37D は、連続するプラスとマイナスの最大移動量について、プラスとなる時点がマイナスとなる時点より前の場合には、各最大移動量の差分の絶対値を「右方向移動量」として算出する。例えば、「右方向移動量」は、g 2 時点のマイナスの最大移動量と g 1 時点のプラスの最大移動量との差分の絶対値となる。

10

【0083】

[上下移動量算出の具体例]

次に、上下移動量算出部 37E による上下移動量算出の具体例について図 18 を参照しながら説明する。図 18 は、上下移動量算出の具体例を説明する説明図である。上下移動量算出部 37E による上下移動量算出は、各種回転量及び各種移動量のうち上下移動量 g a y を用いる。この上下移動量 g a y のうち上方向の移動量がプラス、下方向の移動量がマイナスとなる。なお、上下方向の移動量の基準は、例えば、歩行姿勢診断開始時点の 6 軸センサ 24 が搭載された携帯電話の装着姿勢を基準とする。

【0084】

上下移動量算出部 37E は、連続するステップマーカを選択し、選択した 2 個のステップマーカ間をステップマーカ範囲として算出する。そして、上下移動量算出部 37E は、マイナスの最大移動量となる時点特定するため、既に抽出されているステップマーカを特定する。ここでは、h 1 の時点、h 3 の時点及び h 5 の時点となる。

20

【0085】

そして、上下移動量算出部 37E は、ステップマーカ範囲からプラスの最大移動量を特定する。ここでは、h 2 の時点及び h 4 の時点となる。そして、上下移動量算出部 37E は、連続するプラスとマイナスの最大移動量について、マイナスの最大移動量となる時点がプラスの最大移動量となる時点より前の場合には、各最大移動量の差分の絶対値を「上方向移動量」として算出する。例えば、「上方向移動量」は、h 1 時点のマイナスの最大移動量と h 2 時点のプラスの最大移動量との差分の絶対値となる。

30

【0086】

一方、上下移動量算出部 37E は、連続するプラスのマイナスの最大移動量について、マイナスの最大移動量となる時点がプラスの最大移動量となる時点より後の場合には、各最大移動量の差分の絶対値を「下方向移動量」として算出する。例えば、「下方向移動量」は、h 2 時点のプラスの最大移動量と h 3 時点のマイナスの最大移動量との差分の絶対値となる。

【0087】

[着地時衝撃算出の具体例]

次に、着地時衝撃算出部 37F による着地時衝撃算出の具体例について図 19 を参照しながら説明する。図 19 は、着地時衝撃算出の具体例を説明する説明図である。着地時衝撃算出部 37F による着地時衝撃算出は、各種回転量及び各種移動量のうち上下移動量 g a y を用いる。この上下移動量 g a y のうち上方向の移動量がプラス、下方向の移動量がマイナスとなる。なお、上下方向の移動量の基準は、例えば、歩行姿勢診断開始時点の 6 軸センサ 24 が搭載された携帯電話の装着姿勢を基準とする。

40

【0088】

着地時衝撃算出部 37F は、連続するステップマーカを選択し、選択した 2 個のステップマーカ間をステップマーカ範囲として算出する。そして、着地時衝撃算出部 37F は、ステップマーカ範囲から上下方向の最大移動量を特定する。例えば、ステップマーカ範囲内の i 1 の時点を上方向の最大移動量として特定し、ステップマーカ範囲内の i 2 の時点を下方向の最大移動量として特定する。そして、着地時衝撃算出部 37F は、連続する上

50

下方向の最大移動量の差分の絶対値を「着地時の衝撃」として算出する。例えば、「着地時の衝撃」は、 $i-1$ 時点の上方向の最大移動量と $i-2$ 時点の下方向の最大移動量との差分の絶対値となる。

【0089】

[実施例2に係る歩行姿勢診断処理の手順]

次に、実施例2に係る歩行姿勢診断処理の手順を、図20～図23を参照して説明する。図20は、実施例2に係るステップマーカ抽出処理の手順を示すフローチャートである。

【0090】

まず、入力制御部33は、歩行姿勢の診断開始指示があるか否かを判定する（ステップS11）。そして、歩行姿勢の診断開始指示がないと判定された場合には（ステップS11No）、指示があるまで待つために、ステップS11に移行する。一方、歩行姿勢の診断開始指示があると判定された場合には（ステップS11Yes）、6軸センサ制御部34は、6軸センサ24を初期化する（ステップS12）。すなわち、6軸センサ制御部34は、6軸センサ24を構成する加速度センサ及び角速度（ジャイロ）センサを初期化する。

【0091】

そして、6軸センサ制御部34は、歩行姿勢の診断開始指示に基づいて、一連の歩行で計測された加速度センサによって検出された各種データ及び角速度センサによって検出された各種データをすべて取得する（ステップS13）。例えば、6軸センサ制御部34は、6軸センサ24から1時間分の各種データを1秒間に60サンプル数ずつ取得する。そして、6軸センサ制御部34は、6軸センサ24を構成する加速度センサのY軸の出力値より上下移動量を算出する（ステップS14）。なお、6軸センサ制御部34は、6軸センサ24から各種データとして、算出された上下移動量、左右移動量、前後移動量、前後回転量、体幹回転量及び左右回転量のデータを含むものとしても良い。そして、6軸センサ制御部34は、これら各種データを生データとしてデータ記憶部44に蓄積する。

【0092】

続いて、ステップマーカ抽出部35は、複数時点の上下移動量を参照し、下方向（マイナス）の折り返し時点を特定する（ステップS15）。そして、ステップマーカ抽出部35は、特定した折り返し時点から5サンプル前の時点を特定するとともに（ステップS16）、当該折り返し時点から5サンプル後の時点を特定する（ステップS17）。

【0093】

続いて、ステップマーカ抽出部35は、特定した折り返し時点の移動量が5サンプル前の時点の移動量より小さく、且つ特定した折り返し時点の移動量が5サンプル後の時点の移動量より小さいか否かを判定する（ステップS18）。そして、折り返し時点の移動量が5サンプル前の移動量以上、または折り返し時点の移動量が5サンプル後の移動量以上である場合（ステップS18No）、折り返し時点をステップマーカでないと判断し、ステップS15に移行する。

【0094】

一方、折り返し時点の移動量が5サンプル前の移動量より小さく、且つ折り返し時点の移動量が5サンプル後の移動量より小さい場合（ステップS18Yes）、ステップマーカ抽出部35は、折り返し時点をステップマーカとして抽出する。

【0095】

さらに、ステップマーカ抽出部35は、抽出したステップマーカが直前のステップマーカから250ms未満であるか否かを判定する（ステップS19）。そして、抽出したステップマーカが直前のステップマーカから250ms未満である場合（ステップS19Yes）、ステップマーカ抽出部35は、歩行姿勢の1歩でないと判断し、抽出したステップマーカをステップマーカと判断しない。そして、ステップマーカ抽出部35は、ステップS15に移行する。

【0096】

一方、抽出したステップマーカが直前のステップマーカから250ms未満でない場合（ステップS19No）、ステップマーカ抽出部35は、生データにステップマーカとしての区別を設定し（ステップS20）、ステップマーカ左右判断処理に移行する。

【0097】

次に、ステップマーカ左右判断処理の手順を、図21を参照して説明する。図21は、ステップマーカ左右判断処理の手順を示すフローチャートである。

【0098】

まず、ステップマーカ左右判断部36は、生データからステップマーカを中心に前後30%の前後検索範囲を参照し（ステップS31）、当該前後検索範囲から角速度（ジャイロ）センサのZ軸の最大出力方向を読み出す（ステップS32）。すなわち、ステップマーカ左右判断部36は、前後検索範囲から左右方向の最大回転量を読み出す。

10

【0099】

続いて、ステップマーカ左右判断部36は、読み出した最大出力方向がプラス方向であるか否かを判定する（ステップS33）。そして、最大出力方向がプラス方向である場合（ステップS33Yes）、ステップマーカ左右判断部36は、回転が右方向であるので、「左脚」の着地点として判断する（ステップS34）。一方、最大出力方向がマイナス方向である場合（ステップS33No）、ステップマーカ左右判断部36は、回転が左回転であるので、「右脚」の着地点として判断する（ステップS35）。

【0100】

続いて、ステップマーカ左右判断部36は、次のステップマーカが存在するか否かを判定する（ステップS36）。そして、次のステップマーカが存在する場合（ステップS36Yes）、ステップS15に移行する。一方、次のステップマーカが存在しない場合（ステップS36No）、ステップマーカ左右判断部36は、生データのステップマーカに対するデータについて、1歩を成す脚の左右の区別を追加し、追加したデータを歩行姿勢軌跡量算出部37に出力する。そして、ステップマーカ左右判断部36は、歩行姿勢軌跡量算出処理に移行する。

20

【0101】

次に、歩行姿勢軌跡量算出処理の手順を、図22を参照して説明する。図22は、歩行姿勢軌跡量算出処理の手順を示すフローチャートである。

【0102】

30

まず、前後回転量算出部37Aは、ステップマーカ左右判断部36によって出力された出力データからステップマーカを中心に前50%後20%の前後検索範囲を参照する（ステップS41）。そして、前後回転量算出部37Aは、当該前後検索範囲から角速度（ジャイロ）センサのX軸の最大出力点を特定する（ステップS42）。すなわち、前後回転量算出部37Aは、前後検索範囲から前後方向の回転量がプラスとなる後方向（起き上がり方向）の最大回転量を特定する。

【0103】

続いて、前後回転量算出部37Aは、連続する最大出力点間における最小値を特定する（ステップS43）。すなわち、前後回転量算出部37Aは、特定した後方向の各最大回転量のうち連続する最大回転量となる期間で前方向（前傾方向）の最大回転量を特定する。そして、前後回転量算出部37Aは、最大出力点の時点が最小値の時点より後である場合に、各時点の回転量の差分の絶対値を「起き上がり回転量」として算出する（ステップS44）。

40

【0104】

そして、前後回転量算出部37Aは、最大出力点の時点が最小値の時点より前である場合に、各時点の回転量の差分の絶対値を「前傾回転量」として算出する（ステップS45）。そして、前後回転量算出部37Aは、算出した「起き上がり回転量」を「腰の起き上がり量」、算出した「前傾回転量」を「腰の前傾量」として出力する（ステップS46）。

【0105】

50

次に、体幹回転量算出部 37B は、ステップマーカ左右判断部 36 によって出力された出力データからステップマーカを中心に前後 30% の前後検索範囲を参照する（ステップ S51）。そして、体幹回転量算出部 37B は、当該前後検索範囲から角速度（ジャイロ）センサの Y 軸の最大出力点を特定する（ステップ S52）。すなわち、体幹回転量算出部 37B は、前後検索範囲から体幹回転の左右の最大回転量を特定する。

【0106】

続いて、体幹回転量算出部 37B は、連続する左方向と右方向の最大回転量について、右方向の最大回転量となる時点が左方向の最大回転量となる時点より前の場合には、これらの回転量の差分の絶対値を「右方向体幹回転量」として算出する（ステップ S53）。そして、体幹回転量算出部 37B は、連続する左方向と右方向の最大回転量について、右方向の最大回転量となる時点が左方向の最大回転量となる時点より後の場合には、これらの回転量の差分の絶対値を「左方向体幹回転量」として算出する（ステップ S54）。 10

【0107】

そして、体幹回転量算出部 37B は、算出した「右方向体幹回転量」を「腰の回転量（右）」、「左方向体幹回転量」を「腰の回転量（左）」として出力する（ステップ S55）。

【0108】

次に、左右回転量算出部 37C は、ステップマーカ左右判断部 36 によって出力された出力データからステップマーカ間のステップマーカ範囲を参照する（ステップ S61）。そして、左右回転量算出部 37C は、当該ステップマーカ範囲における左右回転の最大出力点を特定する（ステップ S62）。すなわち、左右回転量算出部 37C は、ステップマーカ範囲から左右方向の最大回転量を特定する。 20

【0109】

続いて、左右回転量算出部 37C は、連続する左方向と右方向の最大回転量について、左方向の最大回転量となる時点が右方向の最大回転量となる時点より前の場合には、これらの回転量の差分の絶対値を「左方向回転量」として算出する（ステップ S63）。そして、左右回転量算出部 37C は、連続する左方向と右方向の最大回転量について、左方向の最大回転量となる時点が右方向の最大回転量となる時点より後の場合には、これらの回転量の差分の絶対値を「右方向回転量」として算出する（ステップ S64）。 30

【0110】

そして、左右回転量算出部 37C は、算出した「右方向回転量」を「右方向の回転量」、「左方向回転量」を「左方向の回転量」として出力する（ステップ S65）。 30

【0111】

次に、左右移動量算出部 37D は、ステップマーカ左右判断部 36 によって出力された出力データからステップマーカを中心に前後 30% の前後検索範囲を参照する（ステップ S71）。そして、左右移動量算出部 37D は、当該前後検索範囲における左右移動の最大出力点を特定する（ステップ S72）。すなわち、左右移動量算出部 37D は、前後検索範囲から左右方向の最大移動量を特定する。

【0112】

続いて、左右移動量算出部 37D は、連続する左方向と右方向の最大移動量について、左方向の最大移動量となる時点が右方向の最大移動量となる時点より前の場合には、これらの移動量の差分の絶対値を「右方向移動量」として算出する（ステップ S73）。そして、左右移動量算出部 37D は、連続する左方向と右方向の最大移動量について、左方向の最大移動量となる時点が右方向の最大移動量となる時点より後の場合には、これらの移動量の差分の絶対値を「左方向移動量」として算出する（ステップ S74）。 40

【0113】

そして、左右移動量算出部 37D は、算出した「右方向移動量」を「右方向の移動量」、「左方向移動量」を「左方向の移動量」として出力する（ステップ S75）。 40

【0114】

次に、上下移動量算出部 37E は、ステップマーカ左右判断部 36 によって出力された 50

出力データからステップマーカ間のステップマーカ範囲を参照する（ステップS81）。そして、上下移動量算出部37Eは、当該ステップマーカ範囲における下方向移動のピーク時を特定する（ステップS82）。すなわち、上下移動量算出部37Eは、ステップマーカ範囲の両端のステップマーカを特定する。

【0115】

そして、上下移動量算出部37Eは、ステップマーカ間における上下移動の最大出力点を特定する（ステップS83）。すなわち、上下移動量算出部37Eは、ステップマーカ範囲から上方向の最大移動量を特定する。

【0116】

続いて、上下移動量算出部37Eは、連続する下方向と上方向の最大移動量について、下方向の最大移動量となる時点が上方向の最大移動量となる時点より前の場合には、これらの移動量の差分の絶対値を「上方向移動量」として算出する（ステップS84）。そして、上下移動量算出部37Eは、連続する下方向と上方向の最大移動量について、下方向の最大移動量となる時点が上方向の最大移動量となる時点より後の場合には、これらの移動量の差分の絶対値を「下方向移動量」として算出する（ステップS85）。 10

【0117】

そして、上下移動量算出部37Eは、算出した「上方向移動量」を「上方向の移動量」、「下方向移動量」を「下方向の移動量」として出力する（ステップS86）。

【0118】

次に、着地時衝撃算出部37Fは、ステップマーカ左右判断部36によって出力された出力データからステップマーカ間のステップマーカ範囲を参照する（ステップS91）。着地時衝撃算出部37Fは、当該ステップマーカ範囲から加速度センサのY軸の最大値及び最小値を特定する（ステップS92）。すなわち、着地時衝撃算出部37Fは、ステップマーカ範囲から上下方向の最大移動量を特定する。 20

【0119】

続いて、着地時衝撃算出部37Fは、上下方向の最大移動量の差分の絶対値を「着地時の衝撃」として算出する（ステップS93）。そして、着地時衝撃算出部37Fは、算出した「着地時の衝撃」を「着地時の衝撃量」として出力する（ステップS94）。

【0120】

次に、歩行姿勢診断処理の手順を、図23を参照して説明する。図23は、実施例2に係る歩行姿勢診断処理の手順を示すフローチャートである。 30

【0121】

まず、歩行姿勢診断部38は、「各種移動軌跡算出データ」を診断用閾値テーブル41に設定されている値と比較する（ステップS101）。「各種移動軌跡算出データ」は、歩行姿勢軌跡量算出部37によって出力された各種移動軌跡のデータを用いて、移動軌跡毎に平均値が算出されたデータである。

【0122】

そして、歩行姿勢診断部38は、比較結果に基づいて、所定の得点方法に応じて得点を算出し、診断フォーム（歩行姿勢）情報を作成する（ステップS102）。そして、歩行姿勢診断部38は、「各種移動軌跡の算出データ」に診断フォーム（歩行姿勢）情報及び得点を結合する（ステップS103）。 40

【0123】

続いて、表示制御部39は、結合した「各種移動軌跡の算出データ」を診断用アドバイステーブル42に設定されている情報と比較する（ステップS104）。そして、表示制御部39は、比較結果から「各種移動軌跡の算出データ」を編集し、得点、診断フォーム（歩行姿勢）情報及びアドバイス内容を画面へ表示する（ステップS105）。

【0124】

そして、表示制御部39は、「各種移動軌跡の算出データ」及びアドバイス内容を診断履歴テーブル43に格納する（ステップS106）。

【0125】

次に、携帯端末装置 2 を携帯電話とした場合の 6 軸センサ 2 4 の搭載位置を、図 2 4 を参照して説明する。図 2 4 は、携帯端末装置 2 を携帯電話とした場合の 6 軸センサ 2 4 の搭載位置の一例を示す図である。図 2 4 に示すように、携帯電話 2 A の表面 2 a を基準とした場合の右側側面 2 c 及び裏面 2 b に角速度センサ 2 4 a 及び加速度センサ 2 4 b を含む 6 軸センサ 2 4 が搭載される。また、携帯電話 2 A の裏面 2 b の 6 軸センサ 2 4 は、長手方向の一方をプラスとする Y 軸を備え、短手方向の一方をプラスとする X 軸を備える。携帯電話 2 A の右側側面 2 c の 6 軸センサ 2 4 は、裏面 2 b から垂直方向をプラスとする Z 軸を備える。

【0126】

なお、歩行姿勢の診断を行なう際、携帯電話 2 A を被験者に装着することとなるが、携帯電話 2 A を 6 軸センサ 2 4 の座標軸と基準座標軸とが合致するように装着することが望ましい。しかしながら、携帯電話 2 A の装着姿勢に応じて 6 軸センサ 2 4 の座標軸が回転することとなっても、6 軸センサ 2 4 に含まれる加速度センサ 2 4 b が重力加速度の最大方向を判断できる。このため、携帯電話 2 A の装着姿勢に応じた座標軸を、重力加速度の最大方向を利用して基準座標軸に合致するように回転させれば、基準座標軸に対応するデータとして検出することができる。したがって、携帯電話 2 A の装着姿勢は、どのような姿勢であっても構わない。

【0127】

次に、表示部 2 3 によって表示する表示画面の一例を、図 2 5 を参照して説明する。図 2 5 は、表示画面の一例を示す図である。図 2 5 (A) に示すように、表示部 2 3 は、歩行姿勢の診断に関するメインメニューを表示する。例えば、メインメニューには、「フォーム診断」や「履歴を見る」等のメニューがあり、入力部 2 2 のカーソルキーによってメニューが選択される。ここでは、入力部 2 2 によって「フォーム診断」が選択されると、歩行姿勢の診断開始指示が入力制御部 3 3 に出力されることとなる。

【0128】

図 2 5 (B) に示すように、表示部 2 3 は、歩行姿勢の診断結果画面を表示する。例えば、歩行姿勢の診断結果画面には、「アスリートからアドバイス」のメニューがあり、入力部 2 2 のカーソルキーによってこのメニューが選択される。

【0129】

図 2 5 (C) ~ (E) に示すように、表示部 2 3 は、表示制御部 3 9 によって「各種移動軌跡の算出データ」が編集されたアドバイス内容を表示する。図 2 5 (C) は、各種移動軌跡において基準を満たす場合のアドバイス内容の表示例である。例えば、表示部 2 3 は、「理想的な」フォームであることを表示する。図 2 5 (D) は、右方向の回転量または左方向の回転量が基準を満たさない場合のアドバイス内容の表示例である。例えば、表示部 2 3 は、「左右バランスの悪い」フォームであることを表示する。図 2 5 (E) は、上方向の移動量が基準を満たさない場合のアドバイス内容の表示例である。例えば、表示部 2 3 は、「上方向へ飛び跳ねているように歩いている」フォームであることを表示する。なお、「理想的な」e 2 1、「左右バランスの悪い」e 2 2 及び「上方向へ飛び跳ねているように歩いている」e 2 3 は、それぞれ「各種移動軌跡の算出データ」のアドバイス結果 e 2 として設定されている内容である。

【0130】

図 2 5 (F) に示すように、表示部 2 3 は、前述したアドバイス内容に基づいたワンポイントアドバイス内容を表示する。例えば、ワンポイントアドバイス内容は、診断用アドバイステーブル 4 2 のメッセージ内容 4 2 c に設定されている内容となる。

【0131】

図 2 5 (G) に示すように、表示部 2 3 は、ウォーキングデータを表示する。すなわち、入力部 2 2 によって「履歴を見る」が選択されると、診断履歴テーブル 4 3 及びデータ記憶部 4 4 に記憶された内容に基づいて得られるウォーキングデータが表示される。例えば、「各種移動軌跡の算出データ」に設定された診断フォーム（歩行姿勢）情報や得点等が表示される。

10

20

30

40

50

【0132】

[実施例2の効果]

上記実施例2によれば、ステップマーカ抽出部35は、複数時点の上下方向の移動量の中で下方向の折り返し時点を選択する。そして、ステップマーカ抽出部35は、該選択した時点の移動量が該選択した時点より5サンプル前の移動量より小さく、且つ該選択した時点の移動量が該選択した時点より5サンプル後の移動量より小さい場合に、該選択した時点ステップマーカとして抽出する。かかる構成によれば、ステップマーカ抽出部35は、折り返し時点の折り返しが小さな変動を示す場合を除外できるので、1歩毎に現れるステップマーカを正確に抽出できる。この結果、ステップマーカ抽出部35は、歩行によって連続するステップマーカのそれぞれの1歩に関係する移動量を正確に取得でき、取得したそれぞれの移動量に基づいて歩行によって生じる歩行姿勢の移動軌跡を効率よく算出

10

【0133】

また、上記実施例2によれば、ステップマーカ抽出部35は、該抽出したステップマーカが直前のステップマーカから1歩に要する基準期間外にある場合に、該抽出したステップマーカをステップマーカとしないようにした。かかる構成によれば、ステップマーカ抽出部35は、1歩に要する基準期間外にあるステップマーカをステップマーカとしないようにすることで、1歩毎に現れるステップマーカをさらに正確に抽出できる。この結果、ステップマーカ抽出部35は、歩行によって連続するステップマーカのそれぞれの1歩に関係する移動量をさらに正確に取得でき、取得したそれぞれの移動量に基づいて歩行によって生じる歩行姿勢の移動軌跡を効率よく算出できる。

20

【0134】

また、上記実施例2によれば、左右回転量算出部37Cは、6軸センサ24によって検出された被験者の歩行における左右方向の回転に伴う回転量を取得する。そして、左右回転量算出部37Cは、抽出されたステップマーカの直前のステップマーカによって生じる最大回転量及び該抽出されたステップマーカによって生じる最大回転値の差分を左右回転軌跡として算出するようにした。かかる構成によれば、左右回転量算出部37Cは、連続するステップマーカによって生じる最大回転量から左右回転軌跡を算出することとしたので、算出した左右回転軌跡に基づいて左右回転のバランスを効率的に診断できる。

30

【0135】

また、上記実施例2によれば、ステップマーカ左右判断部36は、6軸センサ24によって検出された被験者の歩行における左右方向の回転に伴う回転量を取得する。そして、ステップマーカ左右判断部36は、抽出されたステップマーカ直後の最大回転量の正負の符号に基づいて、1歩を成す脚の左右を判断するようにした。かかる構成によれば、ステップマーカ左右判断部36は、ステップマーカ直後の最大回転量の正負の符号に基づいて、1歩を成す脚の左右を判断することとしたので、当該ステップマーカの1歩を成す脚の左右を容易に判断できる。

40

【0136】

また、上記実施例2によれば、携帯端末装置2は、6軸センサ24を備えるようにした。かかる構成によれば、携帯端末装置2は、歩行に関する各種データを検出できるので、歩行によって生じる各種移動軌跡を算出でき、複数の移動軌跡に基づいて歩行姿勢に関する様々なアドバイスをさせることができる。

【0137】

また、上記実施例2によれば、表示制御部39は、歩行姿勢診断部38によって診断された診断結果を表示部23に表示するようにした。かかる構成によれば、表示制御部39は、診断を受けた被験者に診断結果を知らせることができ、歩行姿勢に関するアドバイスを効率的に行うことができる。

【0138】

[プログラム等]

なお、ステップマーカ抽出部35は、歩行姿勢の1歩の判断を、上下限界を用いて判断

50

するものとした。すなわち、ステップマーカ抽出部 35 は、ステップマーカが直前のステップマーカから下限値を示す 250 ミリ秒未満であるか否かを判定した。また、ステップマーカ抽出部 35 は、ステップマーカが直前のステップマーカから上限値を示す 1000 ミリ秒を越えているか否かを判定した。しかしながら、これら上下限値は、250 ミリ秒及び 1000 ミリ秒に限定されず、変更できるものとしても良い。これによって、携帯端末装置 2 は、被験者の歩行タイミングに応じた値に変更できることとなり、被験者の歩行に応じた歩行姿勢の軌跡を正確に算出できる。

【0139】

また、ステップマーカ抽出部 35 は、上下方向の移動量に基づいて、1 歩毎に現れる特徴時点をステップマーカとして抽出する。実施例では、この特徴時点が、一步の着地時点であるものとして説明した。しかしながら、特徴時点は、これに限定されるものではなく、例えば脚を最大に上げた時点であるものとしても良い。

【0140】

また、携帯端末装置 2 は、6 軸センサ 24 を備えるようにした。すなわち、6 軸センサ制御部 34 が 6 軸センサ 24 から出力される左右方向の移動量、上下方向の移動量、前後方向の移動量、前後方向の回転量、体幹方向の回転量及び左右方向の回転量を検出する。しかしながら、携帯端末装置 2 は、これに限定されず、3 軸加速度センサのうち上下方向の移動量を検出する Y 軸方向の加速度センサを備え、Y 軸方向以外の座標軸方向の加速度センサまたはいずれか 1 つの座標軸周りの角速度センサを備えるようにしても良い。

【0141】

また、図示した各携帯端末装置の各構成要素は、必ずしも物理的に図示の如く構成されていることを要しない。すなわち、各装置の分散・統合の具体的態様は図示のものに限られず、その全部又は一部を、各種の負荷や使用状況等に応じて、任意の単位で機能的又は物理的に分散・統合して構成することができる。例えば、歩行姿勢診断部 38 と表示制御部 39 とを 1 個の部として統合しても良い。一方、ステップマーカ抽出部 35 を折り返し時点がステップマーカとなるか否かを判定するステップマーカ判定部とに分散しても良い。また、記憶部 26 を携帯端末装置 2 の外部装置としてネットワーク経由で接続するようにしても良い。

【0142】

また、上記実施例で説明した各種の処理は、あらかじめ用意されたプログラムをコンピュータで実行することによって実現することができる。そこで、以下では、図 26 を用いて、図 2 に示した携帯端末装置 2 と同様の機能を有する歩行軌跡算出プログラムを実行するコンピュータの一例を説明する。

【0143】

図 26 は、歩行軌跡算出プログラムを実行するコンピュータを示す図である。図 26 に示すように、コンピュータ 1000 は、CPU (Central Processing Unit) 1010 と、入力装置 1020 と、モニタ 1030 と、音声入出力装置 1040 と、無線通信装置 1050 と、6 軸センサ 1060 とを有する。さらに、コンピュータ 1000 は、RAM 1070 と、ハードディスク装置 1080 等のデータ記憶装置とを有し、これらをバス 1090 で接続して構成される。CPU 1010 は、各種演算処理を実行する。入力装置 1020 は、ユーザからのデータの入力を受け付ける。モニタ 1030 は、各種情報を表示する。音声入出力装置 1040 は、音声を入出力する。無線通信装置 1050 は、無線通信を介して他のコンピュータとの間でデータの授受を行う。6 軸センサ 1060 は、3 軸方向の加速度及び 3 軸周りの角速度を検出する。RAM 1070 は、各種情報を一時記憶する。

【0144】

そして、ハードディスク装置 1080 には、図 2 に示した制御部 25 と同様の機能を有する歩行姿勢診断プログラム 1081 が記憶される。また、ハードディスク装置 1080 には、図 2 に示した記憶部 26 に記憶される各種データ（診断用閾値テーブル 41、診断用アドバイステーブル 42、診断履歴テーブル 43）に対応する歩行姿勢診断処理関連デ

10

20

30

40

50

ータ1082及び診断履歴ファイル1083が記憶される。

【0145】

そして、CPU1010が歩行姿勢診断プログラム1081をハードディスク装置1080から読み出してRAM1070に展開することにより、歩行姿勢診断プログラム1081は、歩行姿勢診断プロセス1071として機能するようになる。そして、歩行姿勢診断プロセス1071は、歩行姿勢診断処理関連データ1082から読み出した情報等を適宜RAM1070上の自身に割り当てられた領域に展開し、この展開したデータ等に基づいて各種データ処理を実行する。そして、歩行姿勢診断プロセス1071は、所定の情報を診断履歴ファイル1083に出力する。

【0146】

なお、上記の歩行姿勢診断プログラム1081は、必ずしもハードディスク装置1080に格納されている必要はなく、CD-ROM等の記憶媒体に記憶されたこのプログラムを、コンピュータ1000が読み出して実行するようにしてもよい。また、公衆回線、インターネット、LAN (Local Area Network)、WAN (Wide Area Network) 等を介してコンピュータ1000に接続される他のコンピュータ (またはサーバ) 等にこのプログラムを記憶させておいても良い。この場合には、コンピュータ1000がこれらからプログラムを読み出して実行する。

【0147】

以上の実施例に係る実施形態に関し、さらに以下の付記を開示する。

【0148】

(付記1) 被験者の歩行において上下方向の移動に伴う変位値を検出する第1の変位検出部と、

前記被験者の歩行において所定方向の移動または回転に伴う変位値を検出する第2の変位検出部と、

歩行姿勢に関する基準となる軌跡を記憶する歩行姿勢基準軌跡記憶部と、

前記第1の変位検出部によって検出された複数時点の上下方向の変位値に基づいて、1歩毎に現れる所定の特徴変位の時点歩行タイミングとして抽出する特徴変位時点抽出部と、

前記特徴変位時点抽出部によって抽出された連続する歩行タイミングを選択し、前記第2の変位検出部によって検出された変位値に基づいて、該選択した歩行タイミングの歩行によって生じる軌跡を算出する軌跡算出部と、

前記軌跡算出部によって算出された軌跡が、前記歩行姿勢基準軌跡記憶部によって記憶された歩行姿勢に関する基準を満たすか否かを判定する歩行姿勢判定部と

を有することを特徴とする携帯端末装置。

【0149】

(付記2) 前記軌跡算出部は、

前記第2の変位検出部が前記被験者の歩行において左右方向の回転に伴う変位値を検出する場合に、該選択した歩行タイミング直前の歩行タイミングによって生じる最大変位値及び該選択した歩行タイミング直後の歩行タイミングによって生じる最大変位値の差分を左右回転軌跡として算出する左右回転量算出部を有することを特徴とする付記1に記載の携帯端末装置。

【0150】

(付記3) 前記第2の変位検出部が前記被験者の歩行において左右方向の回転に伴う変位値を検出する場合に、前記特徴変位時点抽出部によって抽出された特徴変位時点を中心に所定期間内にある最大変位値の正負の符号に基づいて、1歩を成す脚の左右を判断する特徴左右判断部を有することを特徴とする付記1または付記2に記載の携帯端末装置。

【0151】

(付記4) 前記第1の変位検出部及び前記第2の変位検出部は、

6軸センサによって構成されていることを特徴とする付記1から付記3のいずれか1つに記載の携帯端末装置。

10

20

30

40

50

【0152】

(付記5) 前記歩行姿勢判定部によって判定された判定結果を出力する出力部を有することを特徴とする付記1から付記4のいずれか1つに記載の携帯端末装置。

【0153】

(付記6) 被験者の歩行において上下方向の移動に伴う変位値を検出する第1の変位検出部によって検出された複数時点の上下方向の変位値に基づいて、1歩毎に現れる所定の特徴変位の時点を歩行タイミングとして抽出する特徴変位時点抽出手順と、

前記特徴変位時点抽出手順によって抽出された連続する歩行タイミングを選択し、前記被験者の歩行において所定方向の移動または回転に伴う変位値を検出する第2の変位検出部によって検出された変位値に基づいて、該選択した歩行タイミングの歩行によって生じる軌跡を算出する軌跡算出手順と、

前記軌跡算出手順によって算出された軌跡が、歩行姿勢に関する基準となる軌跡を記憶する記憶部によって記憶された歩行姿勢に関する基準を満たすか否かを判定する歩行姿勢判定手順と

をコンピュータに実行させることを特徴とする歩行軌跡算出プログラム。

【0154】

(付記7) 携帯端末装置が歩行姿勢を診断する歩行姿勢診断方法であって、

被験者の歩行において上下方向の移動に伴う変位値を検出する第1の変位検出部によって検出された複数時点の上下方向の変位値に基づいて、1歩毎に現れる所定の特徴変位の時点を歩行タイミングとして抽出する特徴変位時点抽出工程と、

前記特徴変位時点抽出工程によって抽出された連続する歩行タイミングを選択し、前記被験者の歩行において所定方向の移動または回転に伴う変位値を検出する第2の変位検出部によって検出された変位値に基づいて、該選択した歩行タイミングの歩行によって生じる軌跡を算出する軌跡算出工程と、

前記軌跡算出工程によって算出された軌跡が、歩行姿勢に関する基準となる軌跡を記憶する記憶部によって記憶された歩行姿勢に関する基準を満たすか否かを判定する歩行姿勢判定工程と

を含むことを特徴とする歩行姿勢診断方法。

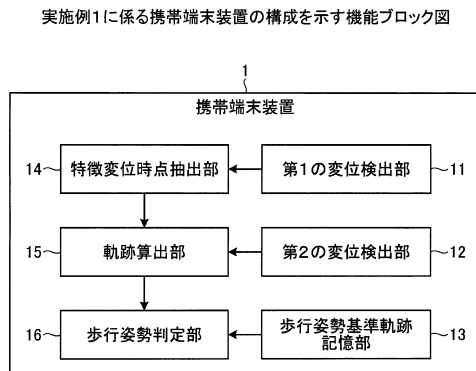
【符号の説明】

【0155】

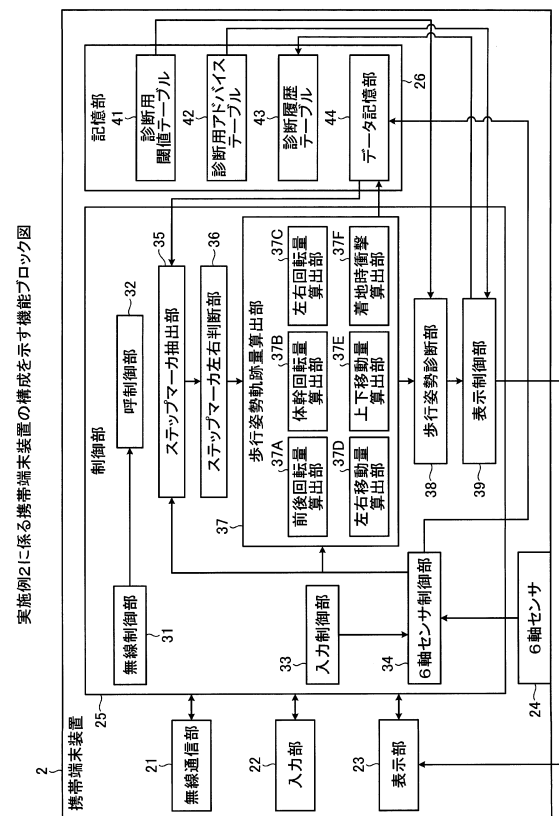
- 1、2 携帯端末装置
- 11 第1の変位検出部
- 12 第2の変移検出部
- 13 歩行姿勢基準軌跡記憶部
- 14 特徴変位時点抽出部
- 15 軌跡算出部
- 16 歩行姿勢判定部
- 21 無線通信部
- 22 入力部
- 23 表示部
- 24 6軸センサ
- 25 制御部
- 26 記憶部
- 31 無線制御部
- 32 呼制御部
- 33 入力制御部
- 34 6軸センサ制御部
- 35 ステップマーカ抽出部
- 36 ステップマーカ左右判断部
- 37 歩行姿勢軌跡量算出部

- 37A 前後回転量算出部
- 37B 体幹回転量算出部
- 37C 左右回転量算出部
- 37D 左右移動量算出部
- 37E 上下移動量算出部
- 37F 着地時衝撃算出部
- 38 歩行姿勢診断部
- 39 表示制御部
- 41 診断用閾値テーブル
- 42 診断用アドバイステーブル
- 43 診断履歴テーブル
- 44 データ記憶部

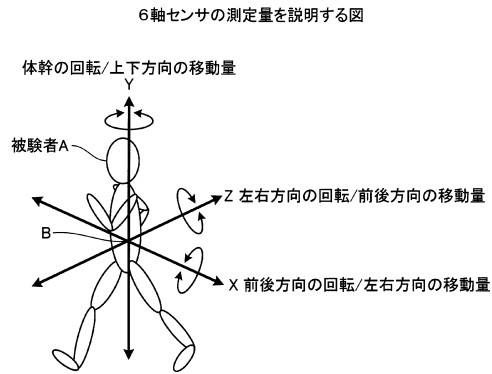
【図 1】



【図 2】



【図 3】

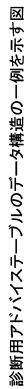


【図 4】

診断用閾値テールデータの構造の一例を示す図

```
// フォーム診断10 (NO) : 15-xxx-フォームの履歴
filter.ngFormIs = new WROadDefIterItem0;
filter.ngFormIs.lfRightDistanceAve[0]
filter.ngFormIs.lfRightDistanceAve[1]
filter.ngFormIs.lfRightDistanceAve[2]
filter.ngFormIs.lfRightDistanceAve[3]
filter.ngFormIs.lfLeftDistanceAve[0]
filter.ngFormIs.lfLeftDistanceAve[1]
filter.ngFormIs.lfLeftDistanceAve[2]
filter.ngFormIs.lfLeftDistanceAve[3]
filter.ngFormIs.udbpb.stanceAve[0]
filter.ngFormIs.udbpb.stanceAve[1]
filter.ngFormIs.udbpb.stanceAve[2]
filter.ngFormIs.udbpb.stanceAve[3]
filter.ngFormIs.udbpb.stanceAve[0]
filter.ngFormIs.udbpb.stanceAve[1]
filter.ngFormIs.udbpb.stanceAve[2]
filter.ngFormIs.udbpb.stanceAve[3]
filter.ngFormIs.gammatightTurnAve[0]
filter.ngFormIs.gammatightTurnAve[1]
filter.ngFormIs.gammatightTurnAve[2]
filter.ngFormIs.gammatightTurnAve[3]
filter.ngFormIs.gammatightTurnAve[0]
filter.ngFormIs.gammatightTurnAve[1]
filter.ngFormIs.gammatightTurnAve[2]
filter.ngFormIs.gammatightTurnAve[3]
```

【図 5】



【图 6】

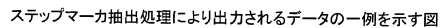
6軸センサから出力されるデータ(生データ)の一例を示す図

a1 a2 a3 a4 a5 a6 a7

yyyy/mm/dd_hh:mm:sssss,gyro_x,gyro_y,gyro_z,acc_x,acc_y,acc_z

2010/04/13 15:09:35807	-33, 16, 48, 112, -600, -736	L-1
2010/04/13 15:09:35807	-38, -9, 44, 104, -568, -800	
2010/04/13 15:09:35807	-36, -12, 41, 120, -592, -776	
2010/04/13 15:09:35807	-44, -3, 44, 120, -584, -816	
2010/04/13 15:09:35807	-41, 16, 44, 112, -584, -808	
2010/04/13 15:09:35807	-44, 16, 41, 104, -600, -760	
2010/04/13 15:09:35808	-50, 2, 38, 104, -624, -712	
2010/04/13 15:09:35808	-47, -15, 44, 120, -640, -680	
2010/04/13 15:09:35808	-36, -12, 44, 128, -640, -664	
2010/04/13 15:09:35808	-29, 0, 44, 112, -656, -656	
2010/04/13 15:09:35808	-24, 0, 38, 96, -680, -616	
2010/04/13 15:09:35808	-38, -18, 29, -688, -712, -584	
2010/04/13 15:09:35808	-41, -44, 27, 120, -736, -608	
2010/04/13 15:09:35808	-36, -41, 36, 144, -720, -640	
2010/04/13 15:09:35808	-21, -30, 36, 112, -720, -672	
2010/04/13 15:09:35808	-26, -18, 24, 64, -760, -672	
2010/04/13 15:09:35808	-18, 18, 24, -792, -640	
2010/04/13 15:09:35808	-38, -41, 9, 32, -824, -624	
2010/04/13 15:09:35808	-29, -67, -2, 64, -848, -632	

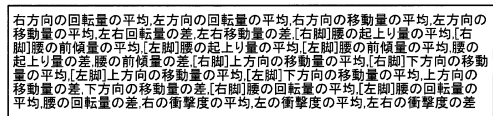
【図 8】



a1 a2 a3 a4 a5 a6 a7 c1
 yyyy/mm/dd_hh:mm:ssss.gyro_x_gyro_y_gyro_z_acc_x_acc_y_acc_z_stepmac
 2010/04/13_15:30:09083, 13, -3, 9, -88, -584, -816, 000
 2010/04/13_15:30:09083, 13, 0, 9, -88, -592, -816, 000
 2010/04/13_15:30:09083, 13, 0, 9, -72, -592, -816, 000
 2010/04/13_15:30:09084, 13, 2, 12, -56, -600, -816, (11)
 2010/04/13_15:30:09084, 17, 13, 18, -32, -592, -816, 000
 2010/04/13_15:30:09084, 10, 13, 21, 24, -568, -840, 000
 2010/04/13_15:30:09084, -1, 13, 29, 72, -560, -904, 000
 2010/04/13_15:30:09084, -6, 16, 38, 80, -528, -968, 000
 2010/04/13_15:30:09481, 5, 13, 33, 72, -448, -1008, 000
 2010/04/13_15:30:09481, 10, 16, 24, 80, -416, -992, 000
 2010/04/13_15:30:09481, 34, 28, 16, 88, -384, -944, 000
 2010/04/13_15:30:09482, 22, 98, 129, 48, -384, -816, 000
 2010/04/13_15:30:09482, 19, 104, 132, 16, -392, -784, 000

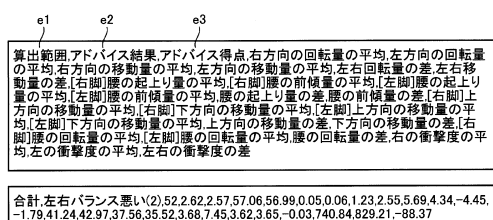
【図 10】

歩行姿勢軌跡量算出処理結果を用いた各種移動軌跡の算出データ(得点・フォームなし)の一例を示す図

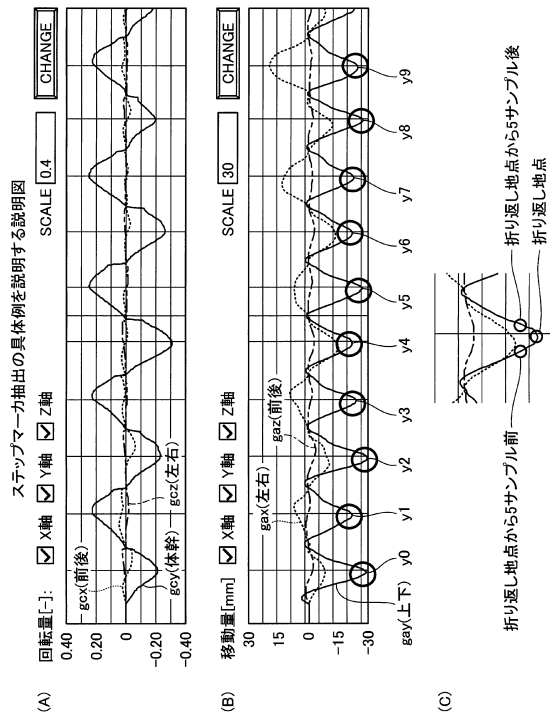


2.62,2.57,57.06,56.99,0.05,0.06,1.23,2.55,5.69,4.34,-4.45,-1.79,41.24,42.97,37.56,35.52,
3.68,7.45,3.62,3.65,-0.03,740.84,829.21,-88.37

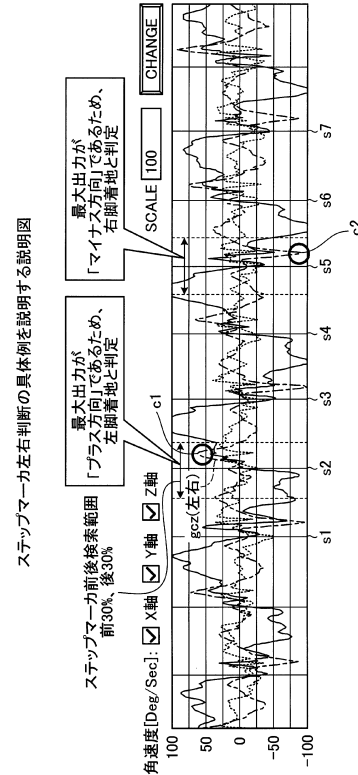
歩行姿勢軌跡量算出処理結果を用いた各種移動軌跡の算出データ(得点・フォームあり)の一例を示す図



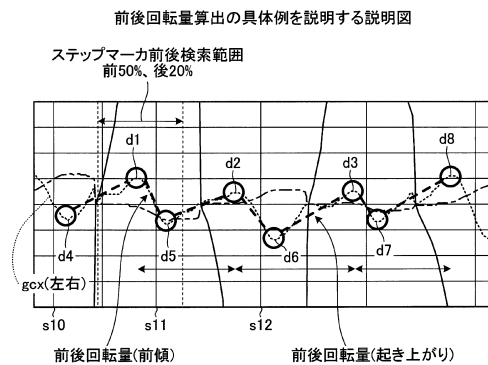
【図 1 2】



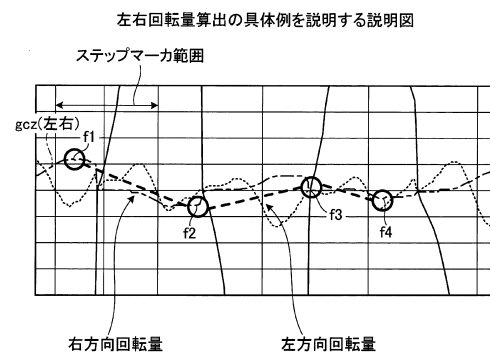
【図 1 3】



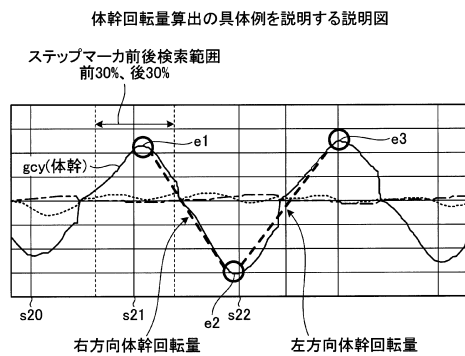
【図 1 4】



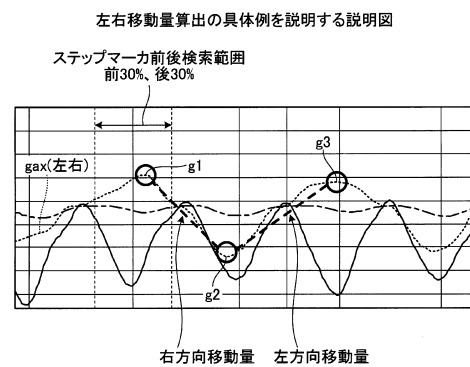
【図 1 6】



【図 1 5】

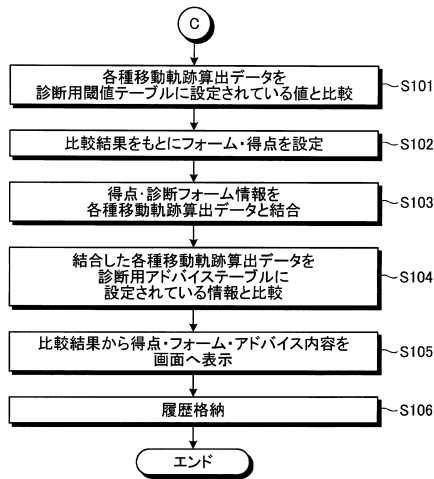


【図 1 7】



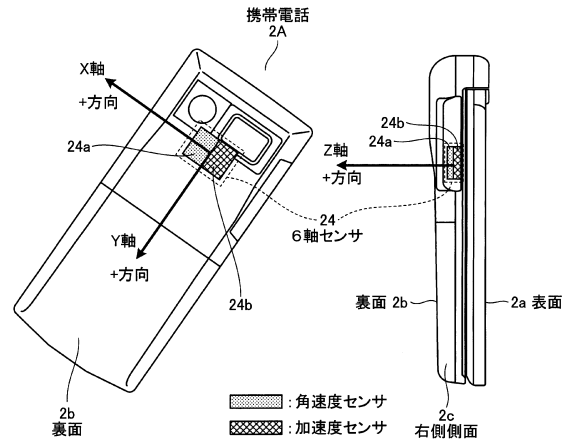
【図 23】

実施例2に係る歩行姿勢診断処理の手順を示すフローチャート



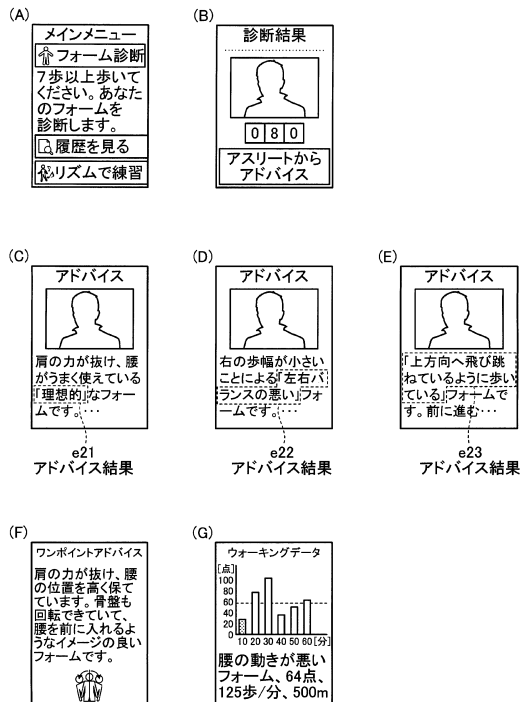
【図 24】

携帯端末装置を携帯電話とした場合の6軸センサの搭載位置の一例を示す図



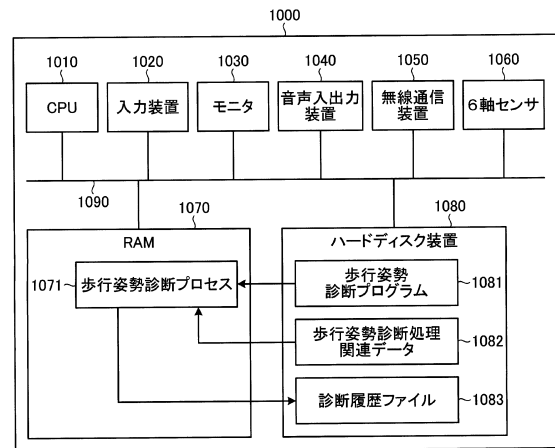
【図 25】

表示画面の一例を示す図



【図 26】

歩行軌跡算出プログラムを実行するコンピュータを示す図



フロントページの続き

- (72)発明者 山本 達哉
兵庫県加東市佐保3 5番 富士通周辺機株式会社内
- (72)発明者 大宮 理恵
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
- (72)発明者 永嶋 史朗
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
- (72)発明者 赤間 勝明
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
- (72)発明者 五島 壮一郎
兵庫県加東市佐保3 5番 富士通周辺機株式会社内
- (72)発明者 趙 憲弘
兵庫県加東市佐保3 5番 富士通周辺機株式会社内
- (72)発明者 大西 良和
兵庫県加東市佐保3 5番 富士通周辺機株式会社内
- (72)発明者 中野 隆浩
兵庫県加東市佐保3 5番 富士通周辺機株式会社内
- (72)発明者 藤井 直人
兵庫県加東市佐保3 5番 富士通周辺機株式会社内
- (72)発明者 三浦 淳
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
- (72)発明者 山本 良典
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
- (72)発明者 長内 伊理一
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

審査官 石井 哲

- (56)参考文献 特開2009-273786 (JP, A)
特開2002-263086 (JP, A)
特開2008-237832 (JP, A)
特開2009-276282 (JP, A)
特開2009-261595 (JP, A)
特開2010-110399 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 5/11

A63B 23/035 - 23/16