

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-120648

(P2012-120648A)

(43) 公開日 平成24年6月28日(2012.6.28)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 5/107 (2006.01)	A 6 1 B 5/10 3 0 0 D	2 F 0 6 5
G 0 1 B 11/26 (2006.01)	G 0 1 B 11/26 H	2 F 1 1 2
G 0 1 C 3/06 (2006.01)	G 0 1 C 3/06 1 2 0 Q	4 C 0 3 8
G 0 6 T 7/60 (2006.01)	G 0 1 C 3/06 1 4 0	5 J 0 8 4
G 0 1 S 17/89 (2006.01)	G 0 6 T 7/60 1 5 0 P	5 L 0 9 6

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 35 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2010-273035 (P2010-273035)
 (22) 出願日 平成22年12月7日 (2010.12.7)

(71) 出願人 510322845
 有限会社アルファ
 兵庫県高砂市神爪1丁目2番10号ユタカビル2階A
 (74) 代理人 100126538
 弁理士 嶺 直道
 (72) 発明者 佐藤 春彦
 神奈川県相模原市南区北里1-15-1
 北里大学医療衛生学部内
 (72) 発明者 柴 喜崇
 神奈川県相模原市南区北里1-15-1
 北里大学医療衛生学部内
 (72) 発明者 川村 昌弘
 兵庫県高砂市神爪1丁目2番10号ユタカビル2階A 有限会社アルファ内
 最終頁に続く

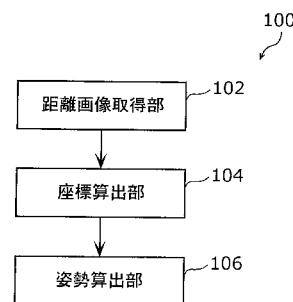
(54) 【発明の名称】 姿勢検出装置

(57) 【要約】

【課題】被験者の姿勢を示す値を正確に算出する。

【解決手段】各画素における輝度値がカメラから被験者までの距離を示す距離画像を取得する距離画像取得部102と、距離画像取得部102が取得した距離画像に基づいて、被験者に貼付された複数のマーカーの三次元空間中の座標を算出する座標算出部104と、座標算出部104が算出した複数のマーカーの座標から、被験者の姿勢を示す値を算出する姿勢算出部106とを備える。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

各画素における輝度値がカメラから被験者までの距離を示す距離画像を取得する距離画像取得部と、

前記距離画像取得部が取得した前記距離画像に基づいて、前記被験者に貼付された複数のマーカーの三次元空間中での座標を算出する座標算出部と、

前記座標算出部が算出した前記複数のマーカーの座標から、前記被験者の姿勢を示す値を算出する姿勢算出部と

を備える姿勢検出装置。

【請求項 2】

前記複数のマーカーは、前記被験者の右側および左側の肩峰と、頭頂部と、眉間とに貼付され、

前記姿勢算出部は、前記被験者が正面を向いている状態と頭を回旋させた状態との、前記右側および左側の肩峰に貼付されたマーカーを結ぶ直線と、前記頭頂部に貼付されたマーカーおよび前記眉間に貼付されたマーカーを結ぶ直線とがなす角度の差を、頸椎の回旋角度として算出する

請求項 1 記載の姿勢検出装置。

【請求項 3】

前記複数のマーカーは、前記被験者の右側および左側の上前腸骨棘と、右脚または左脚の膝蓋とに貼付され、

前記姿勢算出部は、前記被験者が両脚を閉じた状態と、前記膝蓋にマーカーが貼付された脚側の股関節を外転運動させた状態との、前記右側および左側の上前腸骨棘に貼付されたマーカーを結ぶ直線と、前記膝蓋に貼付されたマーカーと前記膝蓋にマーカーが貼付された脚側の上前腸骨棘に貼付されたマーカーとを結ぶ直線とがなす角度の差を、股関節を外転運動させたときの外転角度として算出する

請求項 1 記載の姿勢検出装置。

【請求項 4】

前記複数のマーカーは、前記被験者の第 7 頸椎棘突起と、右側および左側の上後腸骨棘とに貼付され、

前記姿勢算出部は、前記第 7 頸椎棘突起に貼付されたマーカーと前記右側および左側の上後腸骨棘に貼付された前記 2 つのマーカーの midpoint とを結ぶ直線と、前記被験者の重心線とのなす角度を、体幹傾斜角として算出する

請求項 1 記載の姿勢検出装置。

【請求項 5】

前記複数のマーカーは、前記被験者の第 7 頸椎棘突起から腰椎の棘突起までの間に貼付された複数のマーカーと、右側および左側の上後腸骨棘に貼付された 2 つのマーカーとを含み、

前記姿勢算出部は、

前記第 7 頸椎棘突起に貼付されたマーカーと前記右側および左側の上後腸骨棘に貼付された前記 2 つのマーカーの midpoint とを結ぶ直線から、第 7 頸椎棘突起から前記腰椎の棘突起までの間に貼付された前記複数のマーカーを通る曲線のうち胸椎部の曲線までの距離の最大値を算出する第 1 算出部と、

前記第 7 頸椎棘突起に貼付されたマーカーから、前記直線と前記曲線とが交差する点までの距離を算出する第 2 算出部と、

前記第 1 算出部が算出した前記最大値を前記第 2 算出部が算出した距離で除した値を算出することにより、前記被験者の後湾の度合いを示す後湾指数を算出する第 3 算出部とを含む

請求項 1 記載の姿勢検出装置。

【請求項 6】

前記複数のマーカーは、前記被験者の第 7 頸椎棘突起から腰椎の棘突起までの間に貼付

10

20

30

40

50

された複数のマーカーと、右側および左側の上後腸骨棘に貼付された2つのマーカーとを含み、

前記姿勢算出部は、

前記第7頸椎棘突起に貼付されたマーカーと前記右側および左側の上後腸骨棘に貼付された前記2つのマーカーの midpoint とを結ぶ直線から、第7頸椎棘突起から前記腰椎の棘突起までの間に貼付された前記複数のマーカーを通る曲線のうち腰椎部の曲線までの距離の最大値を算出する第1算出部と、

前記直線と前記曲線とが交差する点から、前記右側および左側の上後腸骨棘に貼付された前記2つのマーカーの midpoint までの距離を算出する第2算出部と、

前記第1算出部が算出した前記最大値を前記第2算出部が算出した距離で除した値を算出することにより、前記被験者の前湾の度合いを示す前湾指数を算出する第3算出部とを含む

10

請求項1記載の姿勢検出装置。

【請求項7】

前記複数のマーカーは、前記被験者の右側および左側の肩峰と、右側および左側の最下位助軟骨の下縁とに貼付され、

前記姿勢算出部は、

前記右側および左側の肩峰に貼付されたマーカーを結ぶベクトルを、上部体幹の向きを示すベクトルである上部体幹ベクトルとして算出する上部体幹ベクトル算出部と、

前記右側および左側の最下位助軟骨の下縁に貼付されたマーカーを結ぶベクトルを、下部体幹の向きを示すベクトルである下部体幹ベクトルとして算出する下部体幹ベクトル算出部と、

20

算出された前記上部体幹ベクトルおよび前記下部体幹ベクトルを前記被験者の前額面へ投影したベクトル同士がなす角度を、前記被験者の前記上部体幹と前記下部体幹との間の傾斜角度として算出する傾斜角度算出部とを含む

請求項1記載の姿勢検出装置。

【請求項8】

前記複数のマーカーは、前記被験者の右側および左側の最下位助軟骨の下縁と、右側および左側の上前腸骨棘とに貼付され、

前記姿勢算出部は、

前記右側および左側の最下位助軟骨の下縁に貼付されたマーカーを結ぶベクトルを、下部体幹の向きを示すベクトルである下部体幹ベクトルとして算出する下部体幹ベクトル算出部と、

30

前記右側および左側の上前腸骨棘に貼付されたマーカーを結ぶベクトルを、骨盤の向きを示すベクトルである骨盤ベクトルとして算出する骨盤ベクトル算出部と、

算出された前記下部体幹ベクトルおよび前記骨盤ベクトルを前記被験者の前額面へ投影したベクトル同士がなす角度を、前記被験者の前記下部体幹と前記骨盤との間の傾斜角度として算出する傾斜角度算出部とを含む

請求項1記載の姿勢検出装置。

【請求項9】

前記複数のマーカーは、前記被験者の右側および左側の肩峰と、右側および左側の最下位助軟骨の下縁とに貼付され、

前記姿勢算出部は、

前記右側および左側の肩峰に貼付されたマーカーを結ぶベクトルを、上部体幹の向きを示すベクトルである上部体幹ベクトルとして算出する上部体幹ベクトル算出部と、

前記右側および左側の最下位助軟骨の下縁に貼付されたマーカーを結ぶベクトルを、下部体幹の向きを示すベクトルである下部体幹ベクトルとして算出する下部体幹ベクトル算出部と、

40

算出された前記上部体幹ベクトルおよび前記下部体幹ベクトルを前記被験者の水平面へ投影したベクトル同士がなす角度を、前記被験者の前記上部体幹と前記下部体幹との間の

50

回旋角度として算出する回旋角度算出部とを含む

請求項 1 記載の姿勢検出装置。

【請求項 1 0】

前記複数のマーカーは、前記被験者の右側および左側の最下位助軟骨の下縁と、右側および左側の上前腸骨棘とに貼付され、

前記姿勢算出部は、

前記右側および左側の最下位助軟骨の下縁に貼付されたマーカーを結ぶベクトルを、下部体幹の向きを示すベクトルである下部体幹ベクトルとして算出する下部体幹ベクトル算出部と、

前記右側および左側の上前腸骨棘に貼付されたマーカーを結ぶベクトルを、骨盤の向きを示すベクトルである骨盤ベクトルとして算出する骨盤ベクトル算出部と、

算出された前記下部体幹ベクトルおよび前記骨盤ベクトルを前記被験者の水平面へ投影したベクトル同士がなす角度を、前記被験者の前記下部体幹と前記骨盤との間の回旋角度として算出する回旋角度算出部とを含む

請求項 1 記載の姿勢検出装置。

【請求項 1 1】

前記カメラは、前記被験者に光を照射し、照射した光の反射光を受光し、照射開始時刻と受光時刻との差から前記被験者までの距離を算出することにより、前記距離画像を生成し、

前記複数のマーカーの各々は、再帰性反射部材からなる

請求項 1 ~ 1 0 のいずれか 1 項に記載の姿勢検出装置。

【請求項 1 2】

各画素における輝度値がカメラから被験者までの距離を示す距離画像を取得する距離画像取得ステップと、

前記距離画像取得ステップにおいて取得された前記距離画像に基づいて、前記被験者に貼付された複数のマーカーの三次元空間中での座標を算出する座標算出ステップと、

前記座標算出ステップにおいて算出された前記複数のマーカーの座標から、前記被験者の姿勢を示す値を算出する姿勢算出ステップと

を含む姿勢検出方法。

【請求項 1 3】

各画素における輝度値がカメラから被験者までの距離を示す距離画像を取得する距離画像取得ステップと、

前記距離画像取得ステップにおいて取得された前記距離画像に基づいて、前記被験者に貼付された複数のマーカーの三次元空間中での座標を算出する座標算出ステップと、

前記座標算出ステップにおいて算出された前記複数のマーカーの座標から、前記被験者の姿勢を示す値を算出する姿勢算出ステップと

をコンピュータに実行させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、姿勢検出装置に関し、特に、リハビリテーション用途で用いられ、人間の姿勢を数値化する姿勢検出装置に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

従来、人間の姿勢を数値化するための装置としてゴニオメーターが知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

【0 0 0 3】

図 2 3 A および図 2 3 B は、ゴニオメーターを用いて頸椎の回旋角度を算出する方法を説明するための図である。図 2 3 A に示すように、ゴニオメーター 3 5 0 は、第 1 定規 3 5 2 と、第 2 定規 3 5 4 とを含み、第 1 定規 3 5 2 と、第 2 定規 3 5 4 とは、回転中心 3

10

20

30

40

50

56で回動可能に接続されている。第1定規352には、第1定規352と第2定規354とがなす角度を示す目盛りが記載されている。まず、図23Aのように被験者110が正面を向いている時に、第1定規352の長軸を被験者110の両肩峰と平行な位置に合わせ、その状態で第2定規354の長軸を、被験者110の上から見て被験者110の頭頂部と眉間とを結ぶ直線と一致する位置に合わせる。この状態で第1定規352と第2定規354とがなす角度を計測する。また、図23Bのように被験者110が頭を右方向限界まで回旋させた状態で、第1定規352と第2定規354との位置を図23Aと同様の位置に合わせ、第1定規352と第2定規354とがなす角度を計測する。図23Bの状態で計測された角度と図23Aの状態で計測された角度との差を算出することにより、被験者110の首の回旋角度を算出することができる。

10

【0004】

図24Aおよび図24Bは、ゴニオメーターを用いて右股関節を外転運動させたときの外転角度を算出する方法を説明するための図である。図24Aに示すように、両脚を閉じた状態の仰臥位の被験者120に対して、右側の上前腸骨棘にゴニオメーター350の回転中心356を合わせ、右側および左側の上前腸骨棘を結ぶ直線上に第1定規352の長軸を合わせ、右側の上前腸骨棘と膝蓋の中央とを結ぶ直線上に第2定規354の長軸を合わせる。この状態で第1定規352と第2定規354とがなす角度を計測する。また、図24Bのように右股関節を外転運動させた状態で、第1定規352と第2定規354との位置を図24Aと同様の位置に合わせ、第1定規352と第2定規354とがなす角度を計測する。図24Bの状態で計測された角度と図24Aの状態で計測された角度との差を算出することにより、被験者120の右股関節を外転運動させたときの外転角度を算出することができる。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2000-279536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、ゴニオメーターを用いる方法では、被験者の姿勢を示す値を正確に算出することができないという課題がある。

30

【0007】

つまり、図23Aおよび図23Bに示した頸椎の回旋角度を算出する方法では、上述の通り、第1定規352の長軸を被験者110の両肩峰と平行な位置に合わせ、その状態で第2定規354の長軸を、被験者110の上から見て被験者110の頭頂部と眉間とを結ぶ直線と一致する位置に合わせる必要がある。しかし、両肩峰と第1定規352とは位置的に離れており、第1定規352を肩に直接当てることができない。また、眉間と第2定規354とは位置的に離れているため、第2定規354を眉間に直接当てることができない。このように、第1定規352および第2定規354を正確な位置に合わせるのが困難であるため、被験者の姿勢を示す値を正確に算出することができない。

40

【0008】

また、図24Aおよび図24Bに示した右股関節を外転運動させたときの外転角度を算出する方法では、上述の通り、右側の上前腸骨棘にゴニオメーター350の回転中心356を合わせ、右側および左側の上前腸骨棘を結ぶ直線上に第1定規352の長軸を合わせ、右側の上前腸骨棘と膝蓋の中央とを結ぶ直線上に第2定規354の長軸を合わせる必要がある。しかし、右股関節を外転運動させたときの角度計測では、骨盤の位置を基準に大腿の側方への運動角度を計測するが、この運動では骨盤自体が傾斜する、いわゆる代償運動が生じる。このため、第1定規352および第2定規354を正確な位置に合わせるのが困難であるため、被験者の姿勢を示す値を正確に算出することができない。

【0009】

50

本発明は、上述の課題を解決するためになされたものであり、被験者の姿勢を示す値を正確に算出することができる姿勢検出装置等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】

上記目的を達成するために、本発明のある局面に係る姿勢検出装置は、各画素における輝度値がカメラから被験者までの距離を示す距離画像を取得する距離画像取得部と、前記距離画像取得部が取得した前記距離画像に基づいて、前記被験者に貼付された複数のマーカの三次元空間中での座標を算出する座標算出部と、前記座標算出部が算出した前記複数のマーカの座標から、前記被験者の姿勢を示す値を算出する姿勢算出部とを備える。

【0011】

この構成によると、ゴニオメーターを被験者に当てるのではなく、距離画像から複数のマーカの三次元空間中での座標を算出している。このため、各マーカの座標を正確に求めることができる。よって、複数のマーカの座標から被験者の姿勢を示す値を正確に算出することができる。

【0012】

好ましくは、前記複数のマーカは、前記被験者の右側および左側の肩峰と、頭頂部と、眉間とに貼付され、前記姿勢算出部は、前記被験者が正面を向いている状態と頭を回旋させた状態との、前記右側および左側の肩峰に貼付されたマーカを結ぶ直線と、前記頭頂部に貼付されたマーカおよび前記眉間に貼付されたマーカを結ぶ直線とがなす角度の差を、頸椎の回旋角度として算出する。

【0013】

この構成によると、ゴニオメーターを被験者に当てるのではなく、距離画像から、被験者の右側および左側の肩峰と、頭頂部と、眉間とに貼付されたマーカの三次元空間中での座標を算出している。このため、各マーカの座標を正確に求めることができる。よって、複数のマーカの座標から、被験者の頸椎の回旋角度を正確に算出することができる。

【0014】

また、前記複数のマーカは、前記被験者の右側および左側の上前腸骨棘と、右脚または左脚の膝蓋とに貼付され、前記姿勢算出部は、前記被験者が両脚を閉じた状態と、前記膝蓋にマーカが貼付された脚側の股関節を外転運動させた状態との、前記右側および左側の上前腸骨棘に貼付されたマーカを結ぶ直線と、前記膝蓋に貼付されたマーカと前記膝蓋にマーカが貼付された脚側の上前腸骨棘に貼付されたマーカとを結ぶ直線とがなす角度の差を、股関節を外転運動させたときの外転角度として算出してもよい。

【0015】

この構成によると、ゴニオメーターを被験者に当てるのではなく、距離画像から、被験者の右側および左側の上前腸骨棘と、右脚または左脚の膝蓋とに貼付されたマーカの三次元空間中での座標を算出している。このため、各マーカの座標を正確に求めることができる。よって、複数のマーカの座標から、被験者の股関節を外転運動させたときの外転角度を正確に算出することができる。

【0016】

また、前記複数のマーカは、前記被験者の第7頸椎棘突起と、右側および左側の上後腸骨棘とに貼付され、前記姿勢算出部は、前記第7頸椎棘突起に貼付されたマーカと前記右側および左側の上後腸骨棘に貼付された前記2つのマーカの midpoint とを結ぶ直線と、前記被験者の重心線とのなす角度を、体幹傾斜角として算出してもよい。

【0017】

この構成によると、ゴニオメーターを被験者に当てるのではなく、距離画像から、被験者の第7頸椎棘突起と、右側および左側の上後腸骨棘とに貼付されたマーカの三次元空間中での座標を算出している。このため、各マーカの座標を正確に求めることができる。よって、複数のマーカの座標から、被験者の体幹傾斜角を正確に算出することができる。

10

20

30

40

50

【0018】

また、前記複数のマーカーは、前記被験者の第7頸椎棘突起から腰椎の棘突起までの間に貼付された複数のマーカーと、右側および左側の上後腸骨棘に貼付された2つのマーカーとを含み、前記姿勢算出部は、前記第7頸椎棘突起に貼付されたマーカーと前記右側および左側の上後腸骨棘に貼付された前記2つのマーカーの midpoint とを結ぶ直線から、第7頸椎棘突起から前記腰椎の棘突起までの間に貼付された前記複数のマーカーを通る曲線のうち胸椎部の曲線までの距離の最大値を算出する第1算出部と、前記第7頸椎棘突起に貼付されたマーカーから、前記直線と前記曲線とが交差する点までの距離を算出する第2算出部と、前記第1算出部が算出した前記最大値を前記第2算出部が算出した距離で除した値を算出することにより、前記被験者の後湾の度合いを示す後湾指数を算出する第3算出部とを含んでいてもよい。

10

【0019】

この構成によると、ゴニオメーターを被験者に当てるのではなく、距離画像から、被験者の第7頸椎棘突起から腰椎の棘突起までの間に貼付された複数のマーカーと、右側および左側の上後腸骨棘に貼付された2つのマーカーの三次元空間中での座標を算出している。このため、各マーカーの座標を正確に求めることができる。よって、複数のマーカーの座標から、被験者の後湾の度合いを示す後湾指数を正確に算出することができる。

【0020】

また、前記複数のマーカーは、前記被験者の第7頸椎棘突起から腰椎の棘突起までの間に貼付された複数のマーカーと、右側および左側の上後腸骨棘に貼付された2つのマーカーとを含み、前記姿勢算出部は、前記第7頸椎棘突起に貼付されたマーカーと前記右側および左側の上後腸骨棘に貼付された前記2つのマーカーの midpoint とを結ぶ直線から、第7頸椎棘突起から前記腰椎の棘突起までの間に貼付された前記複数のマーカーを通る曲線のうち腰椎部の曲線までの距離の最大値を算出する第1算出部と、前記直線と前記曲線とが交差する点から、前記右側および左側の上後腸骨棘に貼付された前記2つのマーカーの midpoint までの距離を算出する第2算出部と、前記第1算出部が算出した前記最大値を前記第2算出部が算出した距離で除した値を算出することにより、前記被験者の前湾の度合いを示す前湾指数を算出する第3算出部とを含んでいてもよい。

20

【0021】

この構成によると、ゴニオメーターを被験者に当てるのではなく、距離画像から、被験者の第7頸椎棘突起から腰椎の棘突起までの間に貼付された複数のマーカーと、右側および左側の上後腸骨棘に貼付された2つのマーカーの三次元空間中での座標を算出している。このため、各マーカーの座標を正確に求めることができる。よって、複数のマーカーの座標から、被験者の前湾の度合いを示す前湾指数を正確に算出することができる。

30

【0022】

また、前記複数のマーカーは、前記被験者の右側および左側の肩峰と、右側および左側の最下位助軟骨の下縁とに貼付され、前記姿勢算出部は、前記右側および左側の肩峰に貼付されたマーカーを結ぶベクトルを、上部体幹の向きを示すベクトルである上部体幹ベクトルとして算出する上部体幹ベクトル算出部と、前記右側および左側の最下位助軟骨の下縁に貼付されたマーカーを結ぶベクトルを、下部体幹の向きを示すベクトルである下部体幹ベクトルとして算出する下部体幹ベクトル算出部と、算出された前記上部体幹ベクトルおよび前記下部体幹ベクトルを前記被験者の前額面へ投影したベクトル同士がなす角度を、前記被験者の前記上部体幹と前記下部体幹との間の傾斜角度として算出する傾斜角度算出部とを含んでいてもよい。

40

【0023】

この構成によると、ゴニオメーターを被験者に当てるのではなく、距離画像から、被験者の右側および左側の肩峰と、右側および左側の最下位助軟骨の下縁とに貼付されたマーカーの三次元空間中での座標を算出している。このため、各マーカーの座標を正確に求めることができる。よって、複数のマーカーの座標から、被験者の上部体幹と下部体幹との間の傾斜角度を正確に算出することができる。

50

【 0 0 2 4 】

また、前記複数のマーカーは、前記被験者の右側および左側の最下位助軟骨の下縁と、右側および左側の上前腸骨棘とに貼付され、前記姿勢算出部は、前記右側および左側の最下位助軟骨の下縁に貼付されたマーカーを結ぶベクトルを、下部体幹の向きを示すベクトルである下部体幹ベクトルとして算出する下部体幹ベクトル算出部と、前記右側および左側の上前腸骨棘に貼付されたマーカーを結ぶベクトルを、骨盤の向きを示すベクトルである骨盤ベクトルとして算出する骨盤ベクトル算出部と、算出された前記下部体幹ベクトルおよび前記骨盤ベクトルを前記被験者の前額面へ投影したベクトル同士がなす角度を、前記被験者の前記下部体幹と前記骨盤との間の傾斜角度として算出する傾斜角度算出部とを含んでいてもよい。

10

【 0 0 2 5 】

この構成によると、ゴニオメーターを被験者に当てるのではなく、距離画像から、被験者の右側および左側の最下位助軟骨の下縁と、右側および左側の上前腸骨棘とに貼付されたマーカーの三次元空間中での座標を算出している。このため、各マーカーの座標を正確に求めることができる。よって、複数のマーカーの座標から、被験者の下部体幹と骨盤との間の傾斜角度を正確に算出することができる。

【 0 0 2 6 】

また、前記複数のマーカーは、前記被験者の右側および左側の肩峰と、右側および左側の最下位助軟骨の下縁とに貼付され、前記姿勢算出部は、前記右側および左側の肩峰に貼付されたマーカーを結ぶベクトルを、上部体幹の向きを示すベクトルである上部体幹ベクトルとして算出する上部体幹ベクトル算出部と、前記右側および左側の最下位助軟骨の下縁に貼付されたマーカーを結ぶベクトルを、下部体幹の向きを示すベクトルである下部体幹ベクトルとして算出する下部体幹ベクトル算出部と、算出された前記上部体幹ベクトルおよび前記下部体幹ベクトルを前記被験者の水平面へ投影したベクトル同士がなす角度を、前記被験者の前記上部体幹と前記下部体幹との間の回旋角度として算出する回旋角度算出部とを含んでいてもよい。

20

【 0 0 2 7 】

この構成によると、ゴニオメーターを被験者に当てるのではなく、距離画像から、被験者の右側および左側の肩峰と、右側および左側の最下位助軟骨の下縁とに貼付されたマーカーの三次元空間中での座標を算出している。このため、各マーカーの座標を正確に求めることができる。よって、複数のマーカーの座標から、被験者の上部体幹と下部体幹との間の回旋角度を正確に算出することができる。

30

【 0 0 2 8 】

また、前記複数のマーカーは、前記被験者の右側および左側の最下位助軟骨の下縁と、右側および左側の上前腸骨棘とに貼付され、前記姿勢算出部は、前記右側および左側の最下位助軟骨の下縁に貼付されたマーカーを結ぶベクトルを、下部体幹の向きを示すベクトルである下部体幹ベクトルとして算出する下部体幹ベクトル算出部と、前記右側および左側の上前腸骨棘に貼付されたマーカーを結ぶベクトルを、骨盤の向きを示すベクトルである骨盤ベクトルとして算出する骨盤ベクトル算出部と、算出された前記下部体幹ベクトルおよび前記骨盤ベクトルを前記被験者の水平面へ投影したベクトル同士がなす角度を、前記被験者の前記下部体幹と前記骨盤との間の回旋角度として算出する回旋角度算出部とを含んでいてもよい。

40

【 0 0 2 9 】

この構成によると、ゴニオメーターを被験者に当てるのではなく、距離画像から、被験者の右側および左側の最下位助軟骨の下縁と、右側および左側の上前腸骨棘とに貼付されたマーカーの三次元空間中での座標を算出している。このため、各マーカーの座標を正確に求めることができる。よって、複数のマーカーの座標から、被験者の下部体幹と骨盤との間の回旋角度を正確に算出することができる。

【 0 0 3 0 】

好ましくは、前記カメラは、前記被験者に光を照射し、照射した光の反射光を受光し、

50

照射開始時刻と受光時刻との差から前記被験者までの距離を算出することにより、前記距離画像を生成し、前記複数のマーカの各々は、再帰性反射部材からなる。

【0031】

再帰性反射部材は、当たった光を光源へ向けてまっすぐに反射する特性を有する。このため、距離画像を正確に算出することができる。よって、複数のマーカの座標から被験者の姿勢を示す値を正確に算出することができる。

【0032】

なお、本発明は、このような特徴的な処理部を備える姿勢検出装置として実現することができるだけでなく、姿勢検出装置に含まれる特徴的な処理部が実行する処理をステップとする姿勢検出方法として実現することができる。また、姿勢検出装置に含まれる特徴的な処理部としてコンピュータを機能させるためのプログラムまたは姿勢検出方法に含まれる特徴的なステップをコンピュータに実行させるプログラムとして実現することもできる。そして、そのようなプログラムを、CD-ROM (Compact Disc-Read Only Memory) 等のコンピュータ読取可能な非一時的な記録媒体やインターネット等の通信ネットワークを介して流通させることができるのは、言うまでもない。

10

【発明の効果】

【0033】

本発明によると、被験者の姿勢を示す値を正確に算出することができる姿勢検出装置等を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

20

【0034】

【図1】姿勢検出装置を含む姿勢検出システムの利用シーンを説明するための図である。

【図2】本発明の実施の形態1に係る姿勢検出装置の機能的な構成を示すブロック図である。

【図3】距離画像カメラの概観図である。

【図4】距離画像カメラによる距離計測の原理を説明するための図である。

【図5】(a)は、通常のカメラを用いて被験者を撮影した画像の一例を示す図である。

(b)は、(a)と同一位置を撮影した距離画像の一例を示す図である。

【図6】被験者が正面を向いている状態を示す図である。

【図7】実施の形態1に係る姿勢検出装置が実行する処理のフローチャートである。

30

【図8】被験者が頭を右側限界まで回旋させた状態を示す図である。

【図9】本発明の実施の形態2に係る姿勢検出装置が実行する処理のフローチャートである。

【図10A】被験者が両脚を閉じた状態を示す図である。

【図10B】被験者が右脚を開くことにより右股関節を外転運動させた状態を示す図である。

【図11】本発明の実施の形態3に係る姿勢検出装置の機能的な構成を示すブロック図である。

【図12】マーカの貼付位置を説明するための図である。

【図13】(a)は、被験者へのマーカの貼付位置を模式的に示す図である。(b)は、第7頸椎棘突起から腰椎の棘突起までの間に貼付された複数のマーカを通る曲線を示す図である。(c)は、体幹傾斜角、後湾指数および前湾指数の算出方法を説明するための図である。

40

【図14】本発明の実施の形態3に係る姿勢検出装置が実行する処理のフローチャートである。

【図15】矢状面の一例を示す図である。

【図16】本発明の実施の形態4に係る姿勢検出装置の機能的な構成を示すブロック図である。

【図17】マーカの貼付位置を説明するための図である。

【図18】前額面の一例を示す図である。

50

【図 19】水平面の一例を示す図である。

【図 20】本発明の実施の形態 4 に係る姿勢検出装置が実行する処理のフローチャートである。

【図 21】上部体幹ベクトル、下部体幹ベクトルおよび骨盤ベクトルを説明するための図である。

【図 22】上部体幹と下部体幹との間の傾斜角度の算出方法を説明するための図である。

【図 23 A】被験者が正面を向いている状態を示す図である。

【図 23 B】被験者が頭を右側限界まで回旋させた状態を示す図である。

【図 24 A】両脚を閉じた状態の仰臥位の被験者を示す図である。

【図 24 B】右股関節を外転運動させた状態の被験者を示す図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0035】

以下、本発明に係る姿勢検出装置について実施の形態に基づいて説明する。

【0036】

(実施の形態 1)

実施の形態 1 では、被験者の関節の可動域を計測することを目的とし、頸椎の回旋角度を算出する姿勢検出装置について説明する。

【0037】

図 1 は、姿勢検出装置を含む姿勢検出システムの利用シーンを説明するための図である。

20

【0038】

姿勢検出システムは、姿勢検出装置 100 と、距離画像カメラ 400 とを含む。姿勢検出装置 100 は、被験者までの距離を計測し、距離画像を撮像することができる距離画像カメラ 400 に接続され、距離画像カメラ 400 より距離画像を取得する。姿勢検出装置 100 は、取得した距離画像から被験者となる人物 500 の姿勢を検出する。距離画像カメラ 400 は地面に平行な面に対して一定の傾き角 だけ傾けられ、上方から地面を撮影可能な位置に配置されている。なお、姿勢検出装置 100 は、典型的には CPU およびメモリを備えるコンピュータにより実現され、後述する各種処理を実現するためのプログラムを CPU 上で動作することにより、姿勢検出装置 100 としての機能を果たす。

【0039】

なお、距離画像カメラ 400 の真下の地面上の点を原点 $O(0, 0, 0)$ とし、水平方向を x 軸方向、高さ方向を y 軸方向、奥行き方向を z 軸方向とする。以下では、断りのない限り、原点 O 、 x 軸、 y 軸および z 軸で三次元座標系を規定する。ただし、三次元座標系の規定方法はこれに限定されるものではない。

30

【0040】

図 2 は、本発明の実施の形態 1 に係る姿勢検出装置の機能的な構成を示すブロック図である。

【0041】

姿勢検出装置 100 は、距離画像取得部 102 と、座標算出部 104 と、姿勢算出部 106 とを備える。

40

【0042】

距離画像取得部 102 は、各画素における輝度値がカメラから被験者までの距離を示す距離画像を取得する処理部である。

【0043】

カメラは、被験者までの距離を計測することができる距離画像カメラであり、被験者に光を照射し、照射した光の反射光を受光し、照射開始時刻と受光時刻との差から被験者までの距離を算出することにより、距離画像を生成する。距離画像取得部 102 は、距離画像カメラに接続され、距離画像カメラが撮影した距離画像を取得する。

【0044】

図 3 は、距離画像カメラの概観図である。

50

距離画像カメラ400は、その前面に規則的に配置された複数のLED (Light Emitting Diode) 402と、レンズ404とを含む。LED 402からは被験者に向かって光が照射され、その反射光がレンズ404に集光される。

【0045】

図4は、距離画像カメラ400による距離計測の原理を説明するための図である。

複数のLED 402から一斉に照射された光403は、被験者(例えば、人物500)で反射され、反射光405がレンズ404によって集光される。この時、LED 402から光403が出射してからレンズ404へ反射光405が到達するまでの時間は被験者の位置により異なる。つまり、被験者が距離画像カメラ400に近いほど反射光405の到達時間は短くなり、被験者が距離画像カメラ400に遠いほど反射光405の到達時間は長くなる。距離画像カメラ400は、到達時間を画素ごとに計測することによって、被験者までの距離を画素ごとに出力する。つまり、距離画像カメラ400は、被験者までの距離を画素における輝度値で表した距離画像を出力する。図5(a)は、通常のカメラを用いて被験者を撮影した画像の一例を示す図である。図5(a)に示すように、画像は、被験者として二人の人物を含むものとする。図5(b)は、図5(a)と同一位置を撮影した距離画像の一例を示す図である。距離画像では、距離画像カメラ400までの距離が近いものほど輝度値が小さく(輝度が暗く)、距離が遠いものほど輝度値が大きいく(輝度が明るい)ものとする。図5(b)に示すように前側の人物の方が後ろ側の人物よりも輝度値が小さくなっていることが分かる。

【0046】

再度図2を参照して、座標算出部104は、距離画像取得部102が取得した距離画像に基づいて、被験者に貼付された複数のマーカの三次元空間中での座標を算出する処理部である。

【0047】

図6は、マーカの貼付位置を説明するための図である。

複数のマーカは、被験者110の右側および左側の肩峰にそれぞれ貼付されたマーカ112および114と、頭頂部に貼付されたマーカ116と、眉間に貼付されたマーカ118とを含む。各マーカは、再帰性反射部材からなる。

【0048】

再度図2を参照して、姿勢算出部106は、座標算出部104が算出した複数のマーカの座標から、被験者の姿勢を示す値を算出する処理部である。

【0049】

具体的には、姿勢算出部106は、被験者が正面を向いている状態と被験者が頭を回旋させた状態との、右側および左側の肩峰に貼付されたマーカを結ぶ直線と頭頂部に貼付されたマーカおよび眉間に貼付されたマーカを結ぶ直線とがなす角度の差を、頸椎の回旋角度として算出する。

【0050】

図7は、本発明の実施の形態1に係る姿勢検出装置100が実行する処理のフローチャートである。

【0051】

距離画像取得部102は、距離画像カメラ400が撮影した距離画像を取得する(S2)。つまり、距離画像取得部102は、図6に示すように被験者110が正面を向いている状態で撮影された距離画像と、図8に示すように被験者110が頭を右側限界まで回旋させた状態で撮影された距離画像とを取得する。

【0052】

座標算出部104は、距離画像取得部102が取得した距離画像に基づいて、被験者に貼付された複数のマーカの三次元空間中での座標を算出する(S4)。つまり、図6に示した被験者110が正面を向いている状態におけるマーカ112~118の三次元空間中での座標と、図8に示した被験者110が頭を右側限界まで回旋させた状態におけるマーカ112~118の三次元空間中での座標とを算出する。なお、図6および図8に

10

20

30

40

50

示すように、被験者 110 は距離画像カメラ 400 の方を向いているものとする。このため、座標算出部 104 は、距離画像において、一番左に写っているマーカーをマーカー 112 と判断し、一番右に写っているマーカーをマーカー 114 と判断し、一番上に写っているマーカーをマーカー 116 とし、それ以外のマーカーをマーカー 118 と判断することにより、マーカーを区別する。ただし、被験者 110 と距離画像カメラ 400 との位置関係はこれに限定されるものではなく、座標算出部 104 が各マーカーの位置を判断することができるのであれば、どのような位置関係であっても良い。

【0053】

姿勢算出部 106 は、被験者が正面を向いている状態と被験者が頭を回旋させた状態との、右側および左側の肩峰に貼付されたマーカーを結ぶ直線と頭頂部に貼付されたマーカーおよび眉間に貼付されたマーカーを結ぶ直線とがなす角度の差を、頸椎の回旋角度として算出する (S6)。つまり、姿勢算出部 106 は、図 6 に示した被験者 110 が正面を向いている状態において、三次元空間中で、マーカー 112 とマーカー 114 とを結ぶ直線と、マーカー 116 とマーカー 118 とを結ぶ直線とがなす角度を算出する。また、姿勢算出部 106 は、図 8 に示した被験者 110 が頭を右側限界まで回旋させた状態において、三次元空間中で、マーカー 112 とマーカー 114 とを結ぶ直線と、マーカー 116 とマーカー 118 とを結ぶ直線とがなす角度を算出する。姿勢算出部 106 は、算出した 2 つの角度の差を算出することにより頸椎の回旋角度を算出する。具体的には、2 つの角度の差の絶対値を頸椎の回旋角度として算出しても良い。

10

【0054】

例えば、マーカー 112、114、116 および 118 のそれぞれの三次元空間中での座標を、 (x_1, y_1, z_1) 、 (x_2, y_2, z_2) 、 (x_3, y_3, z_3) および (x_4, y_4, z_4) とする。マーカー 112 とマーカー 114 とを結ぶ直線と、マーカー 116 とマーカー 118 とを結ぶ直線とがなす角度 θ_1 は、マーカー 112 の位置を始点としマーカー 114 の位置を終点とするベクトルと、マーカー 116 の位置を始点としマーカー 118 の位置を終点とするベクトルとがなす角度 θ_2 と等しい。つまり、上記角度 θ_1 は、以下の (式 1) で表すことができる。この角度 θ_1 を、被験者 110 が正面を向いている状態と被験者 110 が頭を右側限界まで回旋させた状態とでそれぞれ算出し、算出した 2 つの角度の差を算出することにより頸椎の回旋角度を算出することができる。

20

【0055】

【数 1】

$$\psi = \cos^{-1} \left(\frac{\vec{A} \cdot \vec{B}}{|\vec{A}| |\vec{B}|} \right) \quad \dots \text{(式 1)}$$

$$\text{ただし、} \begin{cases} \vec{A} = (x_2 - x_1, y_2 - y_1, z_2 - z_1) \\ \vec{B} = (x_4 - x_3, y_4 - y_3, z_4 - z_3) \end{cases}$$

30

40

【0056】

以上説明したように、実施の形態 1 によると、ゴニオメーターを被験者に当てるのではなく、距離画像から複数のマーカーの三次元空間中での座標を算出している。このため、各マーカーの座標を正確に求めることができる。よって、複数のマーカーの座標から被験者の姿勢を示す値を正確に算出することができる。具体的には、距離画像から、被験者の右側および左側の肩峰と、頭頂部と、眉間とに貼付されたマーカーの三次元空間中での座標を算出している。このため、各マーカーの座標を正確に求めることができる。よって、複数のマーカーの座標から、被験者の頸椎の回旋角度を正確に算出することができる。

【0057】

また、再帰性反射部材は、当たった光を光源へ向けてまっすぐに反射する特性を有する

50

。このため、距離画像を正確に算出することができる。よって、複数のマーカの座標から被験者の姿勢を示す値を正確に算出することができる。

【0058】

なお、実施の形態1では、被験者が右側へ回旋運動を行ったときの頸椎の回旋角度を算出する姿勢検出装置について説明したが、被験者が左側へ回旋運動を行ったときの頸椎の回旋角度も、右側へ回旋運動を行った場合と同様に算出することができる。

【0059】

(実施の形態2)

実施の形態2では、被験者の関節の可動域を計測することを目的とし、股関節を外転運動させたときの外転角度を算出する姿勢検出装置について説明する。

10

【0060】

実施の形態2に係る姿勢検出装置および姿勢検出装置を含む姿勢検出システムの構成は、実施の形態1で図2および図1を用いて説明したものとそれぞれ同様である。このため、以下の説明では、実施の形態1と異なる部分を中心に説明し、同様の部分について説明を繰り返さない。

【0061】

実施の形態1では姿勢算出部106が頸椎の回旋角度を算出したが、実施の形態2では姿勢算出部106が股関節を外転運動させたときの外転角度を算出する。

【0062】

図9は、本発明の実施の形態2に係る姿勢検出装置200が実行する処理のフローチャートである。

20

【0063】

距離画像取得部102は、距離画像カメラ400が撮影した距離画像を取得する(S2)。つまり、距離画像取得部102は、図10Aに示すように被験者120が両脚を閉じた状態で撮影された距離画像と、図10Bに示すように被験者120が右脚を開くことにより右股関節を外転運動させた状態で撮影された距離画像とを取得する。なお、図10Aおよび図10Bに示すように被験者120はベッドの上に寝ているものとし、被験者120の右側および左側の上前腸骨棘にそれぞれマーカー122および124が貼付され、右脚の膝蓋(好ましくは膝蓋の中心位置)にマーカー126が貼付されているものとする。各マーカーは、再帰性反射部材からなる。

30

【0064】

座標算出部104は、距離画像取得部102が取得した距離画像に基づいて、被験者に貼付された複数のマーカの三次元空間中での座標を算出する(S8)。つまり、図10Aに示した被験者120が両脚を閉じた状態におけるマーカー122~126の三次元空間中での座標と、図10Bに示した被験者120が右股関節を外転運動させた状態におけるマーカー122~126の三次元空間中での座標とを算出する。なお、図10Aおよび図10Bに示すように、被験者120は仰臥位の状態を取っており、距離画像において左脚が下側に、右脚が上側に、足先が左側に、腰が右側に写っているものとする。このため、座標算出部104は、距離画像において、一番左に写っているマーカーをマーカー126と判断し、一番下に写っているマーカーをマーカー124と判断し、それ以外のマーカーをマーカー122と判断することにより、マーカーを区別する。ただし、被験者120と距離画像カメラ400との位置関係はこれに限定されるものではなく、座標算出部104が各マーカの位置を判断することができるのであれば、どのような位置関係であっても良い。

40

【0065】

姿勢算出部106は、被験者120が両脚を閉じた状態と、右股関節を外転運動させた状態との、右側および左側の上前腸骨棘に貼付されたマーカーを結ぶ直線と、右側の上前腸骨棘に貼付されたマーカーとを結ぶ直線とがなす角度の差を、股関節を外転運動させたときの外転角度として算出する(S10)。つまり、姿勢算出部106は、図10Aに示した被験者120が両脚を閉じた状態において、三次元空間中で、マーカー122とマ-

50

カー 1 2 4 とを結ぶ直線と、マーカー 1 2 2 とマーカー 1 2 6 とを結ぶ直線とがなす角度を算出する。また、姿勢算出部 1 0 6 は、図 1 0 B に示した被験者 1 2 0 が右股関節を外転運動させた状態において、三次元空間中で、マーカー 1 2 2 とマーカー 1 2 4 とを結ぶ直線と、マーカー 1 2 2 とマーカー 1 2 6 とを結ぶ直線とがなす角度を算出する。姿勢算出部 1 0 6 は、算出した 2 つの角度の差を算出することにより右股関節を外転運動させたときの外転角度を算出する。具体的には、2 つの角度の差の絶対値を外転角度として算出しても良い。

【 0 0 6 6 】

例えば、1 2 2、1 2 4 および 1 2 6 のそれぞれの三次元空間中での座標を、(x 5 , y 5 , z 5)、(x 6 , y 6 , z 6) および (x 7 , y 7 , z 7) とする。マーカー 1 2 2 とマーカー 1 2 4 とを結ぶ直線と、マーカー 1 2 2 とマーカー 1 2 6 とを結ぶ直線とがなす角度 は、マーカー 1 2 2 の位置を始点としマーカー 1 2 4 の位置を終点とするベクトルと、マーカー 1 2 2 の位置を始点としマーカー 1 2 6 の位置を終点とするベクトルとがなす角度 と等しい。つまり、上記角度 は、以下の (式 2) で表すことができる。この角度 を、被験者 1 2 0 が両脚を閉じた状態と右股関節を外転運動させた状態とでそれぞれ算出し、算出した 2 つの角度の差を算出することにより右股関節を外転運動させたときの外転角度を算出することができる。

【 0 0 6 7 】

【 数 2 】

$$\phi = \cos^{-1} \left(\frac{\vec{C} \cdot \vec{D}}{|\vec{C}| |\vec{D}|} \right) \quad \dots \text{(式 2)}$$

$$\text{ただし、} \begin{cases} \vec{C} = (x6 - x5, y6 - y5, z6 - z5) \\ \vec{D} = (x7 - x5, y7 - y5, z7 - z5) \end{cases}$$

【 0 0 6 8 】

以上説明したように、実施の形態 2 によると、ゴニオメーターを被験者に当てるのではなく、距離画像から、被験者の右側および左側の上前腸骨棘と、右脚の膝蓋とに貼付されたマーカーの三次元空間中での座標を算出している。このため、各マーカーの座標を正確に求めることができる。よって、複数のマーカーの座標から、被験者の右股関節を外転運動させたときの外転角度を正確に算出することができる。

【 0 0 6 9 】

なお、実施の形態 2 では、被験者が右脚を開くことにより右股関節を外転運動させたときの外転角度を算出する姿勢検出装置について説明したが、被験者が左脚を開くことにより左股関節を外転運動させたときの外転角度も、右股関節を外転運動させた場合と同様に算出することができる。

【 0 0 7 0 】

(実施の形態 3)

実施の形態 3 では、脊柱の曲がり具合を計測することを目的とし、後述する体幹傾斜角、後湾指数および前湾指数を算出する姿勢検出装置について説明する。

【 0 0 7 1 】

実施の形態 3 に係る姿勢検出装置を含む姿勢検出システムの構成は、実施の形態 1 で図 1 を用いて説明したものと同様である。以下の説明では、実施の形態 1 および 2 と異なる部分を中心に説明し、同様の部分については説明を繰り返さない。

【 0 0 7 2 】

図 1 1 は、本発明の実施の形態 3 に係る姿勢検出装置の機能的な構成を示すブロック図である。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 3 】

姿勢検出装置 2 0 0 は、距離画像取得部 1 0 2 と、座標算出部 2 0 4 と、姿勢算出部 2 0 6 とを含む。

【 0 0 7 4 】

距離画像取得部 1 0 2 は、各画素における輝度値がカメラから被験者までの距離を示す距離画像を取得する処理部である。

【 0 0 7 5 】

座標算出部 2 0 4 は、距離画像取得部 1 0 2 が取得した距離画像に基づいて、被験者に貼付された複数のマーカーの三次元空間中での座標を算出する処理部である。

【 0 0 7 6 】

図 1 2 は、マーカーの貼付位置を説明するための図である。

複数のマーカーは、被験者 2 2 0 の第 7 頸椎棘突起から腰椎の棘突起までの間に貼付された複数のマーカー 2 2 2、2 2 3 および 2 2 4 と、右側および左側の上後腸骨棘にそれぞれ貼付されたマーカー 2 2 6 およびマーカー 2 2 8 とを含む。各マーカーは、再帰性反射部材からなる。図 1 3 (a) は、被験者 2 2 0 へのマーカーの貼付位置を模式的に示す図であり、被験者 2 2 0 を側方から見た図である。図 1 3 (b) は、第 7 頸椎棘突起から腰椎の棘突起までの間に貼付された複数のマーカー 2 2 2、2 2 3 を通る曲線 2 3 0 を示す図である。

【 0 0 7 7 】

再度図 1 1 を参照して、姿勢算出部 2 0 6 は、体幹傾斜角算出部 2 0 8 と、第 1 算出部 2 1 1 と、第 2 算出部 2 1 2 と、第 3 算出部 2 1 3 とを含む。

【 0 0 7 8 】

図 1 3 (c) を参照して、体幹傾斜角算出部 2 0 8 は、被験者 2 2 0 の第 7 頸椎棘突起に貼付されたマーカー 2 2 2 と右側および左側の上後腸骨棘にそれぞれ貼付されたマーカー 2 2 6 および 2 2 8 の中点 2 4 0 とを結ぶ直線 2 3 2 と、被験者 2 2 0 の重心線 2 3 4 とのなす角度を、体幹傾斜角 として算出する。重心線 2 3 4 とは、被験者 2 2 0 の重心から地面に垂直に降ろした垂線のことである。なお、この重心線 2 3 4 は、例えば、マーカー 2 2 6 および 2 2 8 の中点 2 4 0 から地面に垂直に降ろした垂線と仮定することができる。

【 0 0 7 9 】

第 1 算出部 2 1 1、第 2 算出部 2 1 2 および第 3 算出部 2 1 3 は、後湾指数および前湾指数を算出するための処理部である。図 1 3 (c) を参照して、第 1 算出部 2 1 1、第 2 算出部 2 1 2 および第 3 算出部 2 1 3 が実行する処理について説明する。

【 0 0 8 0 】

第 1 算出部 2 1 1 は、第 7 頸椎棘突起に貼付されたマーカー 2 2 2 と右側および左側の上後腸骨棘にそれぞれ貼付されたマーカー 2 2 6 および 2 2 8 の中点 2 4 0 とを結ぶ直線 2 3 2 から、第 7 頸椎棘突起から腰椎の棘突起までの間に貼付された複数のマーカー 2 2 2 ~ 2 2 4 を通る曲線 2 3 0 のうち胸椎部の曲線 2 3 0 までの距離の最大値 h_1 を算出する。第 1 算出部 2 1 1 は、さらに、上記直線 2 3 2 から、上記曲線 2 3 0 のうち腰椎部の曲線 2 3 0 までの距離の最大値 h_2 を算出する。

【 0 0 8 1 】

第 2 算出部 2 1 2 は、第 7 頸椎棘突起に貼付されたマーカー 2 2 2 から、上記直線 2 3 2 と上記曲線 2 3 0 とが交差する点 2 2 7 までの距離 l_1 を算出する。第 2 算出部 2 1 2 は、さらに、上記直線 2 3 2 と上記曲線 2 3 0 とが交差する点 2 2 7 から、上記中点 2 4 0 までの距離 l_2 を算出する。

【 0 0 8 2 】

第 3 算出部 2 1 3 は、第 1 算出部 2 1 1 が算出した上記最大値 h_1 を第 2 算出部 2 1 2 が算出した距離 l_1 で除した値を算出することにより、被験者 2 2 0 の後湾の度合いを示す後湾指数を算出する。第 3 算出部 2 1 3 は、さらに、第 1 算出部 2 1 1 が算出した上記最大値 h_2 を第 2 算出部 2 1 2 が算出した上記距離 l_2 で除した値を算出することにより

10

20

30

40

50

、被験者 220 の前湾の度合いを示す前湾指数を算出する。

【0083】

図 14 は、本発明の実施の形態 3 に係る姿勢検出装置 200 が実行する処理のフローチャートである。

【0084】

距離画像取得部 102 は、距離画像カメラ 400 が撮影した距離画像を取得する (S2)。つまり、距離画像取得部 102 は、図 12 に示すように被験者 220 の第 7 頸椎棘突起から腰椎の棘突起までの間に貼付された複数のマーカー 222、223 および 224 と、右側および左側の上後腸骨棘にそれぞれ貼付されたマーカー 226 およびマーカー 228 とが写るように距離画像カメラ 400 が被験者 220 の背中を撮影した距離画像を取得する。

10

【0085】

座標算出部 204 は、距離画像取得部 102 が取得した距離画像に基づいて、被験者 220 に貼付された複数のマーカーの三次元空間中での座標を算出する (S21)。つまり、図 12 に示した被験者 220 のマーカー 222、223、224、226 および 228 の三次元空間中での座標を算出する。図 12 に示すように被験者 220 は背中を距離画像カメラ 400 に向けているものとする。このため、座標算出部 204 は、距離画像において一番上に写っているマーカーをマーカー 222 と判断し、最も下から 2 つのマーカーのうち、左側に写っているマーカーをマーカー 228 と判断し、右側に写っているマーカーをマーカー 226 と判断し、最も下から 3 つ目に写っているマーカーをマーカー 224 と判断し、それ以外のマーカーをマーカー 223 と判断することにより、マーカーを区別する。ただし、被験者 220 と距離画像カメラ 400 との位置関係はこれに限定されるものではなく、座標算出部 204 が各マーカーの位置を判断することができるのであれば、どのような位置関係であっても良い。

20

【0086】

体幹傾斜角算出部 208 は、被験者 220 の第 7 頸椎棘突起に貼付されたマーカー 222 と右側および左側の上後腸骨棘にそれぞれ貼付されたマーカー 226 および 228 の中点 240 とを結ぶ直線 232 と、被験者 220 の重心線 234 とのなす角度を、体幹傾斜角として算出する (S22)。体幹傾斜角により被験者 220 が前傾の度合いまたは後傾の度合いを判断することができる。

30

【0087】

第 1 算出部 211 は、第 7 頸椎棘突起に貼付されたマーカー 222 と右側および左側の上後腸骨棘にそれぞれ貼付されたマーカー 226 および 228 の中点 240 とを結ぶ直線 232 から、第 7 頸椎棘突起から腰椎の棘突起までの間に貼付された複数のマーカー 222 ~ 224 を通る曲線 230 のうち胸椎部の曲線 230 までの距離の最大値 h_1 を算出する (S23)。

【0088】

第 2 算出部 212 は、第 7 頸椎棘突起に貼付されたマーカー 222 から、上記直線 232 と上記曲線 230 とが交差する点 227 までの距離 l_1 を算出する (S24)。

【0089】

第 3 算出部 213 は、第 1 算出部 211 が算出した上記最大値 h_1 を第 2 算出部 212 が算出した距離 l_1 で除した値を算出することにより、被験者 220 の後湾の度合いを示す後湾指数を算出する (S25)。

40

【0090】

第 1 算出部 211 は、上記直線 232 から、上記曲線 230 のうち腰椎部の曲線 230 までの距離の最大値 h_2 を算出する (S26)。

【0091】

第 2 算出部 212 は、上記直線 232 と上記曲線 230 とが交差する点 227 から、上記中点 240 までの距離 l_2 を算出する (S27)。

【0092】

50

第3算出部213は、第1算出部211が算出した上記最大値 h_2 を第2算出部212が算出した上記距離 l_2 で除した値を算出することにより、被験者220の前湾の度合いを示す前湾指数を算出する(528)。

【0093】

以上説明したように、実施の形態3によると、ゴニオメーターを被験者に当てるのではなく、距離画像から、被験者の第7頸椎棘突起と、右側および左側の上後腸骨棘とに貼付されたマーカーの三次元空間中での座標を算出している。このため、各マーカーの座標を正確に求めることができる。よって、複数のマーカーの座標から、被験者の体幹傾斜角を正確に算出することができる。

【0094】

また、距離画像から、被験者の第7頸椎棘突起から腰椎の棘突起までの間に貼付された複数のマーカーと、右側および左側の上後腸骨棘に貼付された2つのマーカーの三次元空間中での座標を算出している。このため、各マーカーの座標を正確に求めることができる。よって、複数のマーカーの座標から、被験者の後湾の度合いを示す後湾指数を正確に算出することができる。

【0095】

さらに、距離画像から、被験者の第7頸椎棘突起から腰椎の棘突起までの間に貼付された複数のマーカーと、右側および左側の上後腸骨棘に貼付された2つのマーカーの三次元空間中での座標を算出している。このため、各マーカーの座標を正確に求めることができる。よって、複数のマーカーの座標から、被験者の前湾の度合いを示す前湾指数を正確に算出することができる。

【0096】

なお、実施の形態3では、体幹傾斜角と、後湾指数と、前湾指数とを算出するものとしているが、3つのうちいずれか1つまたは2つを算出するものであってもよい。体幹傾斜角を算出するには、被験者の第7頸椎棘突起に貼付されたマーカー222と、右側および左側の上後腸骨棘とにそれぞれ貼付されたマーカー226および228の三次元空間中での座標を算出することができれば良い。つまり、それ以外のマーカー223および224は必要がない。

【0097】

また、実施の形態3では、姿勢算出部206が行う計算は三次元空間中の座標を用いて行うこととしたが、各座標を矢状面に投影した座標を用いて計算を行ってもよい。図15は、矢状面を説明するための図である。矢状面346は被験者220を左右対称に切る平面である。つまり、図13(a)は矢状面346に投影したマーカーの位置を示していると考えられることもできる。

【0098】

(実施の形態4)

実施の形態4では、脳性麻痺児に見られる体幹変形を計測することを目的とし、後述する傾斜角度および回旋角度を算出する姿勢検出装置について説明する。

【0099】

実施の形態4に係る姿勢検出装置を含む姿勢検出システムの構成は、実施の形態1で図1を用いて説明したものと同様である。以下の説明では、実施の形態1~3と異なる部分を中心に説明し、同様の部分については説明を繰り返さない。

【0100】

図16は、本発明の実施の形態4に係る姿勢検出装置の機能的な構成を示すブロック図である。

【0101】

姿勢検出装置300は、距離画像取得部102と、座標算出部304と、姿勢算出部306とを含む。

【0102】

距離画像取得部102は、各画素における輝度値がカメラから被験者までの距離を示す

10

20

30

40

50

距離画像を取得する処理部である。

【0103】

座標算出部304は、距離画像取得部102が取得した距離画像に基づいて、被験者に貼付された複数のマーカの三次元空間中での座標を算出する処理部である。

【0104】

図17は、マーカの貼付位置を説明するための図である。

複数のマーカは、被験者320の右側および左側の肩峰にそれぞれ貼付されたマーカ-322および324と、右側および左側の最下位助軟骨の下縁にそれぞれ貼付されたマーカ-326および328と、右側および左側の上前腸骨棘にそれぞれ貼付されたマーカ-330および332とを含む。各マーカは、再帰性反射部材からなる。図17は、被験者320を骨格図で示しているが、実際にはマーカは皮膚または衣服上に貼付される。

10

【0105】

再度図16を参照して、姿勢算出部306は、上部体幹ベクトル算出部308と、下部体幹ベクトル算出部310と、骨盤ベクトル算出部312と、傾斜角度算出部314と、回旋角度算出部316とを含む。

【0106】

上部体幹ベクトル算出部308は、右側および左側の肩峰にそれぞれ貼付されたマーカ-322および324を結ぶベクトルを、上部体幹の向きを示すベクトルである上部体幹ベクトルとして算出する。

20

【0107】

下部体幹ベクトル算出部310は、右側および左側の最下位助軟骨の下縁にそれぞれ貼付されたマーカ-326および328を結ぶベクトルを、下部体幹の向きを示すベクトルである下部体幹ベクトルとして算出する。

【0108】

骨盤ベクトル算出部312は、右側および左側の上前腸骨棘にそれぞれ貼付されたマーカ-330および332を結ぶベクトルを、骨盤の向きを示すベクトルである骨盤ベクトルとして算出する。

【0109】

傾斜角度算出部314は、算出された上部体幹ベクトルおよび下部体幹ベクトルを被験者の前額面へ投影したベクトル同士がなす角度を、被験者の上部体幹と下部体幹との間の傾斜角度として算出する。図18は、前額面の一例を示す図である。前額面342は、被験者320を前後に切る面で、矢状面346に垂直な平面である。傾斜角度算出部314は、さらに、算出された下部体幹ベクトルおよび骨盤ベクトルを被験者の前額面へ投影したベクトル同士がなす角度を、被験者の下部体幹と骨盤との間の傾斜角度として算出する。

30

【0110】

回旋角度算出部316は、算出された上部体幹ベクトルおよび下部体幹ベクトルを被験者の水平面へ投影したベクトル同士がなす角度を、被験者の上部体幹と下部体幹との間の回旋角度として算出する。図19は、水平面の一例を示す図である。水平面344は、床に平行で、前額面342と矢状面346とともに直交する平面である。回旋角度算出部316は、さらに、算出された下部体幹ベクトルおよび骨盤ベクトルを被験者の水平面へ投影したベクトル同士がなす角度を、被験者の下部体幹と骨盤との間の回旋角度として算出する。

40

【0111】

なお、実施の形態4では、三次元座標系を以下のように定義する。つまり、図18に示した前額面342を $y-z$ 平面とし、図19に示した水平面344を $x-y$ 平面とする。また、前額面342と図15に示した矢状面346($x-z$ 平面)とが交わる線(z 軸)のうち、地面の位置を原点とする。このような条件を満たす三次元座標系を想定する。

【0112】

50

図20は、本発明の実施の形態4に係る姿勢検出装置300が実行する処理のフローチャートである。

【0113】

距離画像取得部102は、距離画像カメラ400が撮影した距離画像を取得する(S2)。つまり、距離画像取得部102は、図17に示すように被験者320の右側および左側の肩峰にそれぞれ貼付されたマーカー322および324と、右側および左側の最下位助軟骨の下縁にそれぞれ貼付されたマーカー326および328と、右側および左側の上前腸骨棘にそれぞれ貼付されたマーカー330および332とが写るように距離画像カメラ400が被験者320を撮影した距離画像を取得する。

【0114】

座標算出部304は、距離画像取得部102が取得した距離画像に基づいて、被験者320に貼付された複数のマーカーの三次元空間中での座標を算出する(S31)。つまり、図17に示した被験者320のマーカー322、324、326、328、330および332の三次元空間中での座標を算出する。図17に示すように被験者320は正面を距離画像カメラ400に向けているものとする。このため、座標算出部304は、距離画像において、最も上から1番目または2番目に写っているマーカーのうち左側のマーカーをマーカー322と判断し、右側のマーカーをマーカー324と判断する。また、座標算出部304は、距離画像において最も上から3番目または4番目に写っているマーカーのうち左側のマーカーをマーカー326と判断し、右側のマーカーをマーカー328と判断する。また、座標算出部304は、距離画像において、最も下から1番目または2番目に写っているマーカーのうち左側のマーカーをマーカー330と判断し、右側のマーカーをマーカー332と判断する。ただし、被験者320と距離画像カメラ400との位置関係はこれに限定されるものではなく、座標算出部304が各マーカーの位置を判断することができるのであれば、どのような位置関係であっても良い。

【0115】

上部体幹ベクトル算出部308は、右側および左側の肩峰にそれぞれ貼付されたマーカー322および324を結ぶベクトルを、上部体幹の向きを示すベクトルである上部体幹ベクトルとして算出する(S32)。つまり、図21に示すように、三次元空間中で、マーカー324の位置を始点としマーカー322の位置を終点とするベクトルを、上部体幹ベクトル334として算出する。

【0116】

下部体幹ベクトル算出部310は、右側および左側の最下位助軟骨の下縁にそれぞれ貼付されたマーカー326および328を結ぶベクトルを、下部体幹の向きを示すベクトルである下部体幹ベクトルとして算出する(S33)。つまり、図21に示すように、三次元空間中で、マーカー328の位置を始点としマーカー326の位置を終点とするベクトルを、下部体幹ベクトル336として算出する。

【0117】

骨盤ベクトル算出部312は、右側および左側の上前腸骨棘にそれぞれ貼付されたマーカー330および332を結ぶベクトルを、骨盤の向きを示すベクトルである骨盤ベクトルとして算出する(S34)。つまり、図21に示すように、三次元空間中で、マーカー332の位置を始点としマーカー330の位置を終点とするベクトルを、骨盤ベクトル338として算出する。

【0118】

傾斜角度算出部314は、算出された上部体幹ベクトル334および下部体幹ベクトル336を被験者の前額面へ投影したベクトル同士がなす角度を、被験者の上部体幹と下部体幹との間の傾斜角度として算出する(S35)。例えば、マーカー324、322、328および326の三次元空間中での座標を、それぞれ、 (X_1, Y_1, Z_1) 、 (X_2, Y_2, Z_2) 、 (X_3, Y_3, Z_3) および (X_4, Y_4, Z_4) とする。すると、上部体幹ベクトル334は、 $(X_2 - X_1, Y_2 - Y_1, Z_2 - Z_1)$ で示され、下部体幹ベクトル336は、 $(X_4 - X_3, Y_4 - Y_3, Z_4 - Z_3)$ で示される。図22に示

10

20

30

40

50

すように上部体幹ベクトル 334 を前額面 342 に投影したベクトルをベクトル U_tr とし、下部体幹ベクトル 336 を前額面 342 に投影したベクトルをベクトル L_tr とする。傾斜角度算出部 314 は、被験者の上部体幹と下部体幹との間の傾斜角度 を以下の(式 3)に従い算出する。ただし、 $U_tr = (0, Y2 - Y1, Z2 - Z1)$ であり、 $L_tr = (0, Y4 - Y3, Z4 - Z3)$ である。

【0119】

【数 3】

$$\alpha = \cos^{-1} \left(\frac{U_tr \cdot L_tr}{|U_tr| |L_tr|} \right) \quad \dots \text{(式 3)}$$

10

【0120】

傾斜角度算出部 314 は、さらに、算出された下部体幹ベクトル 336 および骨盤ベクトル 338 を被験者の前額面へ投影したベクトル同士がなす角度を、被験者の下部体幹と骨盤との間の傾斜角度 として算出する (S35)。例えば、マーカー 332 および 330 の三次元空間中での座標を、それぞれ、 $(X5, Y5, Z5)$ および $(X6, Y6, Z6)$ とする。すると、骨盤ベクトル 338 は、 $(X6 - X5, Y6 - Y5, Z6 - Z5)$ で示される。骨盤ベクトル 338 を前額面 342 に投影したベクトルを P_tr とすると、傾斜角度算出部 314 は、被験者の下部体幹と骨盤との間の傾斜角度 を以下の(式 4)に従い算出する。ただし、 $P_tr = (0, Y6 - Y5, Z6 - Z5)$ である。

20

【0121】

【数 4】

$$\beta = \cos^{-1} \left(\frac{L_tr \cdot P_tr}{|L_tr| |P_tr|} \right) \quad \dots \text{(式 4)}$$

【0122】

回旋角度算出部 316 は、算出された上部体幹ベクトル 334 および下部体幹ベクトル 336 を被験者の水平面へ投影したベクトル同士がなす角度を、被験者の上部体幹と下部体幹との間の回旋角度 として算出する (S36)。例えば、上部体幹ベクトル 334 を水平面 344 に投影したベクトルを U_tr2 とし、下部体幹ベクトル 336 を水平面 344 に投影したベクトルを L_tr2 とする。回旋角度算出部 316 は、被験者の上部体幹と下部体幹との間の回旋角度 を以下の(式 5)に従い算出する。ただし、 $U_tr2 = (X2 - X1, Y2 - Y1, 0)$ であり、 $L_tr2 = (X4 - X3, Y4 - Y3, 0)$ である。

30

【0123】

【数 5】

$$\rho = \cos^{-1} \left(\frac{U_tr2 \cdot L_tr2}{|U_tr2| |L_tr2|} \right) \quad \dots \text{(式 5)}$$

40

【0124】

回旋角度算出部 316 は、さらに、算出された下部体幹ベクトル 336 および骨盤ベクトル 338 を被験者の水平面へ投影したベクトル同士がなす角度を、被験者の下部体幹と骨盤との間の回旋角度 として算出する (S36)。例えば、骨盤ベクトル 338 を水平面 344 に投影したベクトルを P_tr2 とする。回旋角度算出部 316 は、被験者の下部体幹と骨盤との間の回旋角度 を以下の(式 6)に従い算出する。ただし、 P_tr2

50

= (X 6 - X 5 , Y 6 - Y 5 , 0) である。

【 0 1 2 5 】

【 数 6 】

$$\sigma = \cos^{-1} \left(\frac{L_{tr2} \cdot P_{tr2}}{|L_{tr2}| |P_{tr2}|} \right) \quad \dots \text{ (式 6)}$$

【 0 1 2 6 】

以上説明したように、実施の形態 4 によると、ゴニオメーターを被験者に当てるのではなく、距離画像から、被験者の右側および左側の肩峰と、右側および左側の最下位助軟骨の下縁とに貼付されたマーカーの三次元空間中での座標を算出している。このため、各マーカーの座標を正確に求めることができる。よって、複数のマーカーの座標から、被験者の上部体幹と下部体幹との間の傾斜角度、および被験者の上部体幹と下部体幹との間の回旋角度を正確に算出することができる。

10

【 0 1 2 7 】

また、距離画像から、被験者の右側および左側の最下位助軟骨の下縁と、右側および左側の上前腸骨棘とに貼付されたマーカーの三次元空間中での座標を算出している。このため、各マーカーの座標を正確に求めることができる。よって、複数のマーカーの座標から、被験者の下部体幹と骨盤との間の傾斜角度、および被験者の下部体幹と骨盤との間の回旋角度を正確に算出することができる。

20

【 0 1 2 8 】

なお、実施の形態 4 では、被験者の上部体幹と下部体幹との間の傾斜角度、下部体幹と骨盤との間の傾斜角度、上部体幹と下部体幹との間の回旋角度、および下部体幹と骨盤との間の回旋角度を算出するとしているが 4 つの角度のうち 1 ~ 3 つの角度を算出するものであっても良い。

【 0 1 2 9 】

被験者の上部体幹と下部体幹との間の傾斜角度、または上部体幹と下部体幹との間の回旋角度を算出するには、被験者の右側および左側の肩峰にそれぞれ貼付されたマーカー 3 2 2 および 3 2 4 と、右側および左側の最下位助軟骨の下縁にそれぞれ貼付されたマーカー 3 2 6 および 3 2 8 との三次元空間中での座標を算出することができればよい。つまり、それ以外のマーカー 3 3 0 および 3 3 2 は必要がない。

30

【 0 1 3 0 】

また、被験者の下部体幹と骨盤との間の傾斜角度、または下部体幹と骨盤との間の回旋角度を算出するには、被験者の右側および左側の最下位助軟骨の下縁にそれぞれ貼付されたマーカー 3 2 6 および 3 2 8 と、右側および左側の上前腸骨棘にそれぞれ貼付されたマーカー 3 3 0 および 3 3 2 との三次元空間中での座標を算出することができればよい。つまり、それ以外のマーカー 3 2 2 および 3 2 4 は必要がない。

【 0 1 3 1 】

以上、本発明の実施の形態に係る姿勢検出装置について説明したが、本発明は、この実施の形態に限定されるものではない。

40

【 0 1 3 2 】

例えば、上記の各装置は、具体的には、マイクロプロセッサ、ROM、RAM、ハードディスクドライブ、ディスプレイユニット、キーボード、マウスなどから構成されるコンピュータシステムとして構成されても良い。RAMまたはハードディスクドライブには、コンピュータプログラムが記憶されている。マイクロプロセッサが、コンピュータプログラムに従って動作することにより、各装置は、その機能を達成する。ここでコンピュータプログラムは、所定の機能を達成するために、コンピュータに対する指令を示す命令コードが複数個組み合わされて構成されたものである。

【 0 1 3 3 】

さらに、上記の各装置を構成する構成要素の一部または全部は、1 個のシステム L S I

50

(Large Scale Integration : 大規模集積回路) から構成されているとしても良い。システム L S I は、複数の構成部を 1 個のチップ上に集積して製造された超多機能 L S I であり、具体的には、マイクロプロセッサ、ROM、RAM などを含んで構成されるコンピュータシステムである。RAM には、コンピュータプログラムが記憶されている。マイクロプロセッサが、コンピュータプログラムに従って動作することにより、システム L S I は、その機能を達成する。

【0134】

さらにまた、上記の各装置を構成する構成要素の一部または全部は、各装置に脱着可能な IC カードまたは単体のモジュールから構成されているとしても良い。IC カードまたはモジュールは、マイクロプロセッサ、ROM、RAM などから構成されるコンピュータシステムである。IC カードまたはモジュールは、上記の超多機能 L S I を含むとしても良い。マイクロプロセッサが、コンピュータプログラムに従って動作することにより、IC カードまたはモジュールは、その機能を達成する。この IC カードまたはこのモジュールは、耐タンパ性を有するとしても良い。

10

【0135】

また、本発明は、上記に示す方法であるとしても良い。また、これらの方法をコンピュータにより実現するコンピュータプログラムであるとしても良いし、前記コンピュータプログラムからなるデジタル信号であるとしても良い。

【0136】

さらに、本発明は、上記コンピュータプログラムまたは上記デジタル信号をコンピュータ読取可能な非一時的な記録媒体、例えば、フレキシブルディスク、ハードディスク、CD-ROM、MO、DVD、DVD-ROM、DVD-RAM、BD (Blu-ray Disc (登録商標))、半導体メモリなどに記録したものとしても良い。また、これらの非一時的な記録媒体に記録されている上記デジタル信号であるとしても良い。

20

【0137】

また、本発明は、上記コンピュータプログラムまたは上記デジタル信号を、電気通信回線、無線または有線通信回線、インターネットを代表とするネットワーク、データ放送等を経由して伝送するものとしても良い。

【0138】

また、本発明は、マイクロプロセッサとメモリを備えたコンピュータシステムであって、上記メモリは、上記コンピュータプログラムを記憶しており、上記マイクロプロセッサは、上記コンピュータプログラムに従って動作するとしても良い。

30

【0139】

また、上記プログラムまたは上記デジタル信号を上記非一時的な記録媒体に記録して移送することにより、または上記プログラムまたは上記デジタル信号を上記ネットワーク等を経由して移送することにより、独立した他のコンピュータシステムにより実施するとしても良い。

【0140】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

40

【産業上の利用可能性】

【0141】

本発明は、姿勢検出装置に適用でき、特に距離画像カメラから得られる距離画像に基づいて被験者の姿勢を検出することができる姿勢検出装置等に適用できる。

【符号の説明】

【0142】

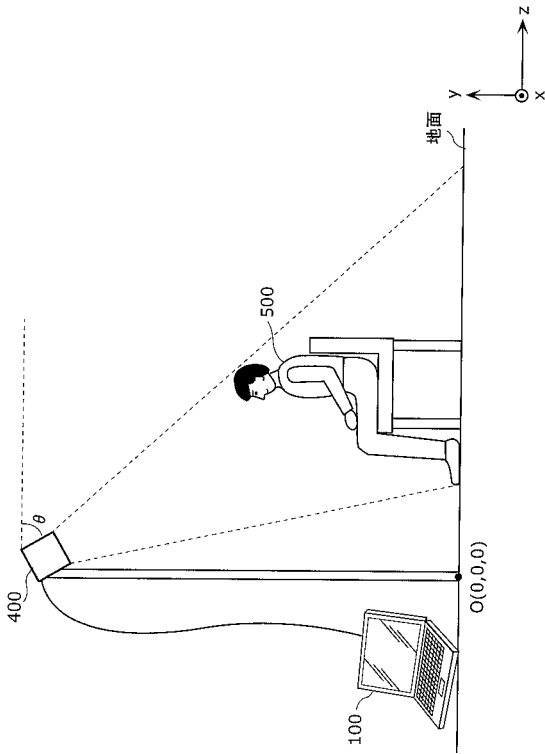
100、200、300 姿勢検出装置

102 距離画像取得部

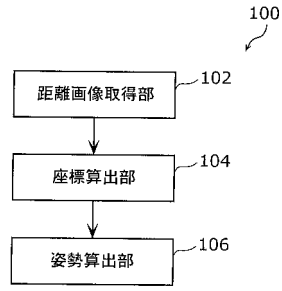
50

1 0 4、2 0 4、3 0 4	座標算出部	
1 0 6、2 0 6、3 0 6	姿勢算出部	
1 1 0、1 2 0、2 2 0、3 2 0	被験者	
1 1 2、1 1 4、1 1 6、1 1 8、1 2 2、1 2 4、1 2 6、2 2 2、2 2 3、2 2		
4、2 2 6、2 2 8、3 2 2、3 2 4、3 2 6、3 2 8、3 3 0、3 3 2	マーカー	
2 0 8	体幹傾斜角算出部	
2 1 1	第1算出部	
2 1 2	第2算出部	
2 1 3	第3算出部	
2 2 7	交差する点	10
2 3 0	曲線	
2 3 2	直線	
2 3 4	重心線	
2 4 0	中点	
3 0 8	上部体幹ベクトル算出部	
3 1 0	下部体幹ベクトル算出部	
3 1 2	骨盤ベクトル算出部	
3 1 4	傾斜角度算出部	
3 1 6	回旋角度算出部	
3 3 4	上部体幹ベクトル	20
3 3 6	下部体幹ベクトル	
3 3 8	骨盤ベクトル	
3 4 2	前額面	
3 4 4	水平面	
3 4 6	矢状面	
3 5 0	ゴニオメーター	
3 5 2	第1定規	
3 5 4	第2定規	
3 5 6	回転中心	
4 0 0	距離画像カメラ	30
4 0 2	L E D	
4 0 3	光	
4 0 4	レンズ	
4 0 5	反射光	
5 0 0	人物	

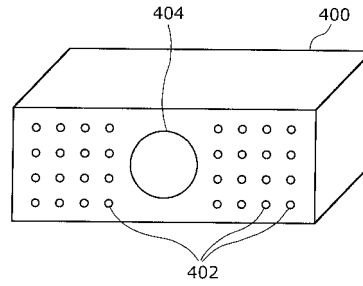
【図1】



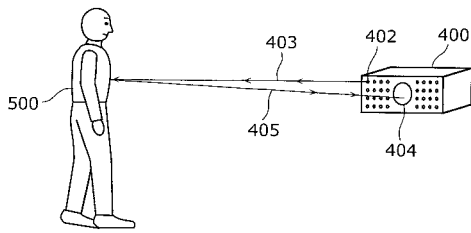
【図2】



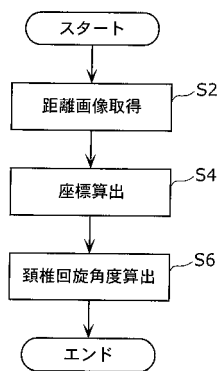
【図3】



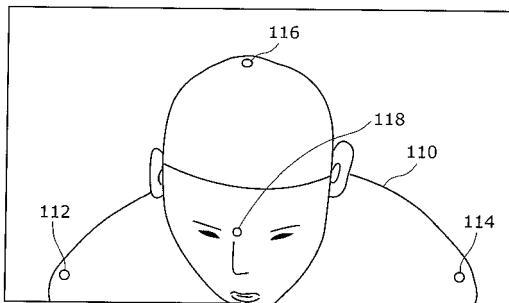
【図4】



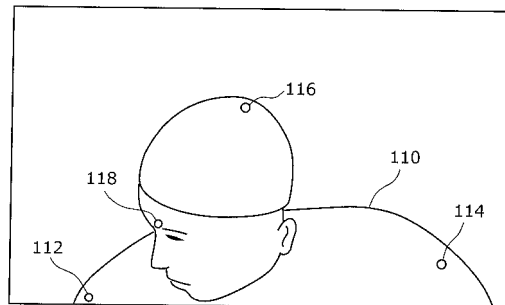
【図7】



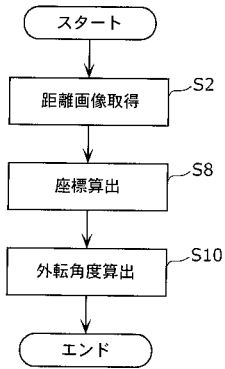
【図6】



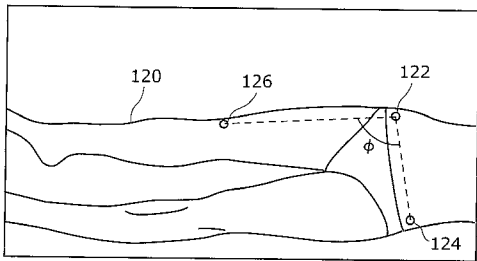
【図8】



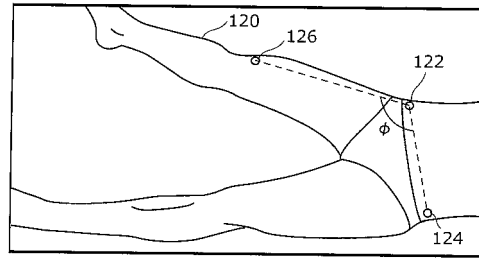
【図9】



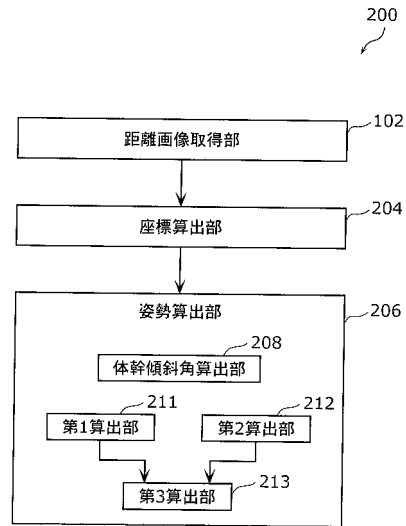
【図10A】



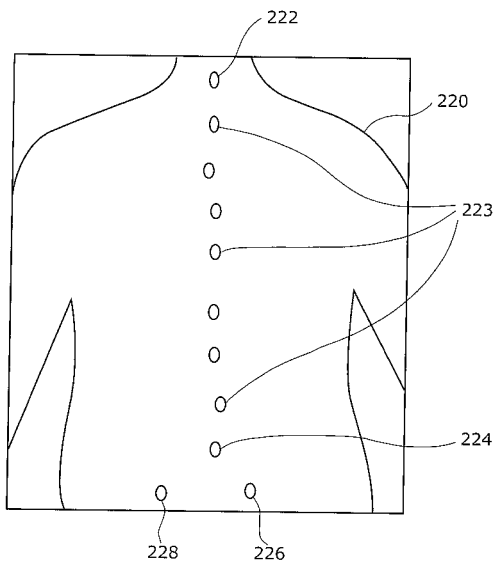
【図10B】



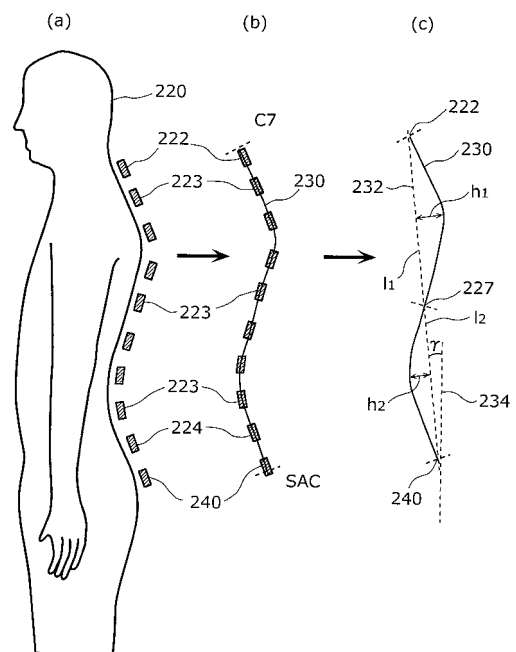
【図11】



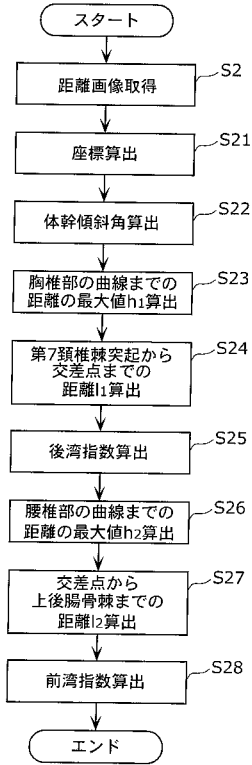
【図12】



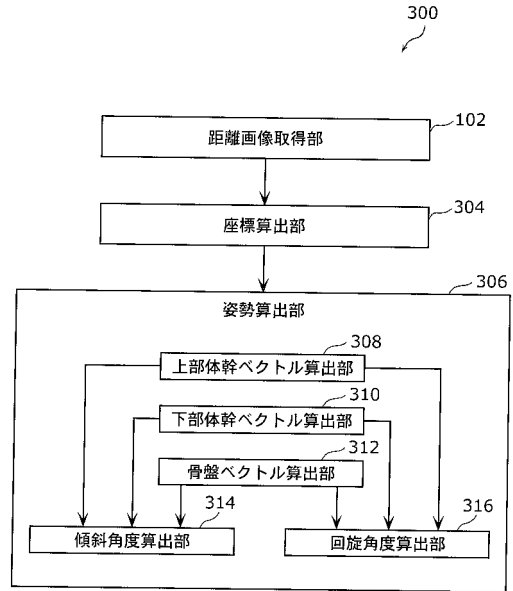
【図13】



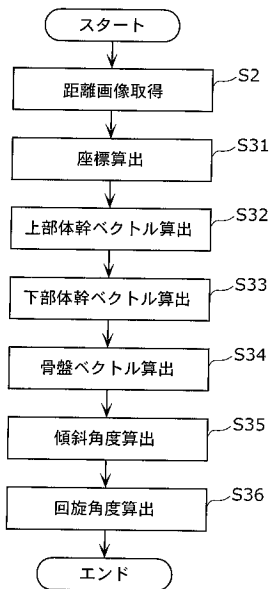
【図14】



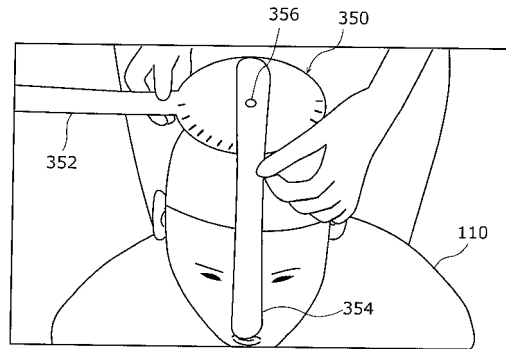
【図16】



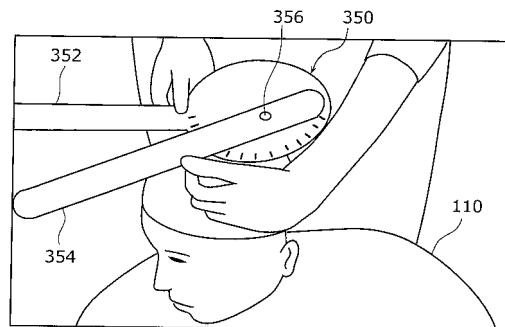
【図20】



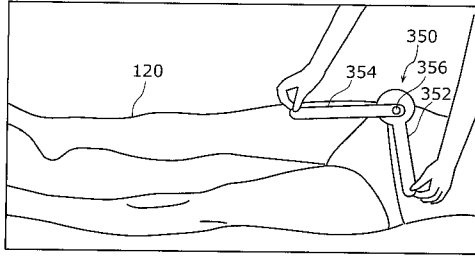
【図23A】



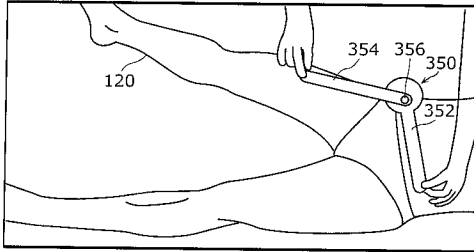
【図23B】



【 図 2 4 A 】



【 図 2 4 B 】



【 図 5 】

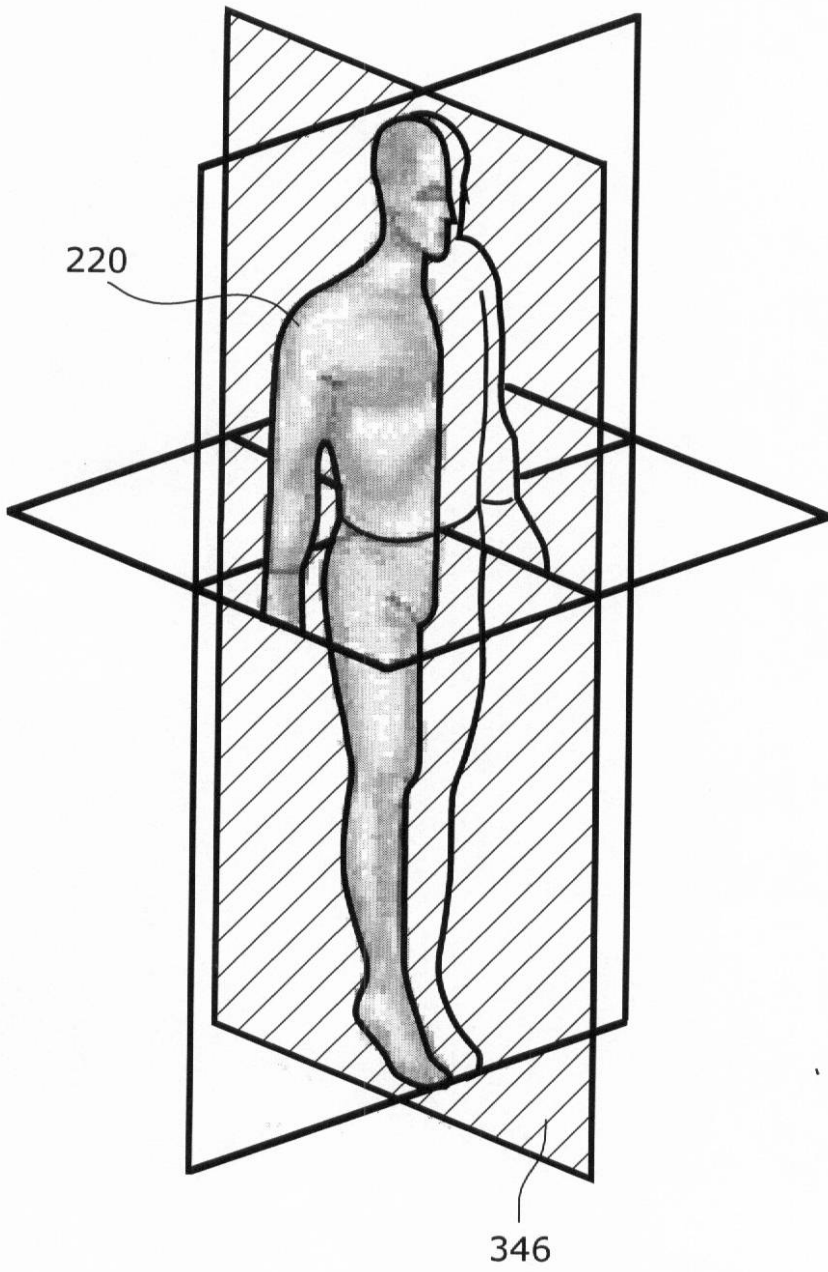


(a)

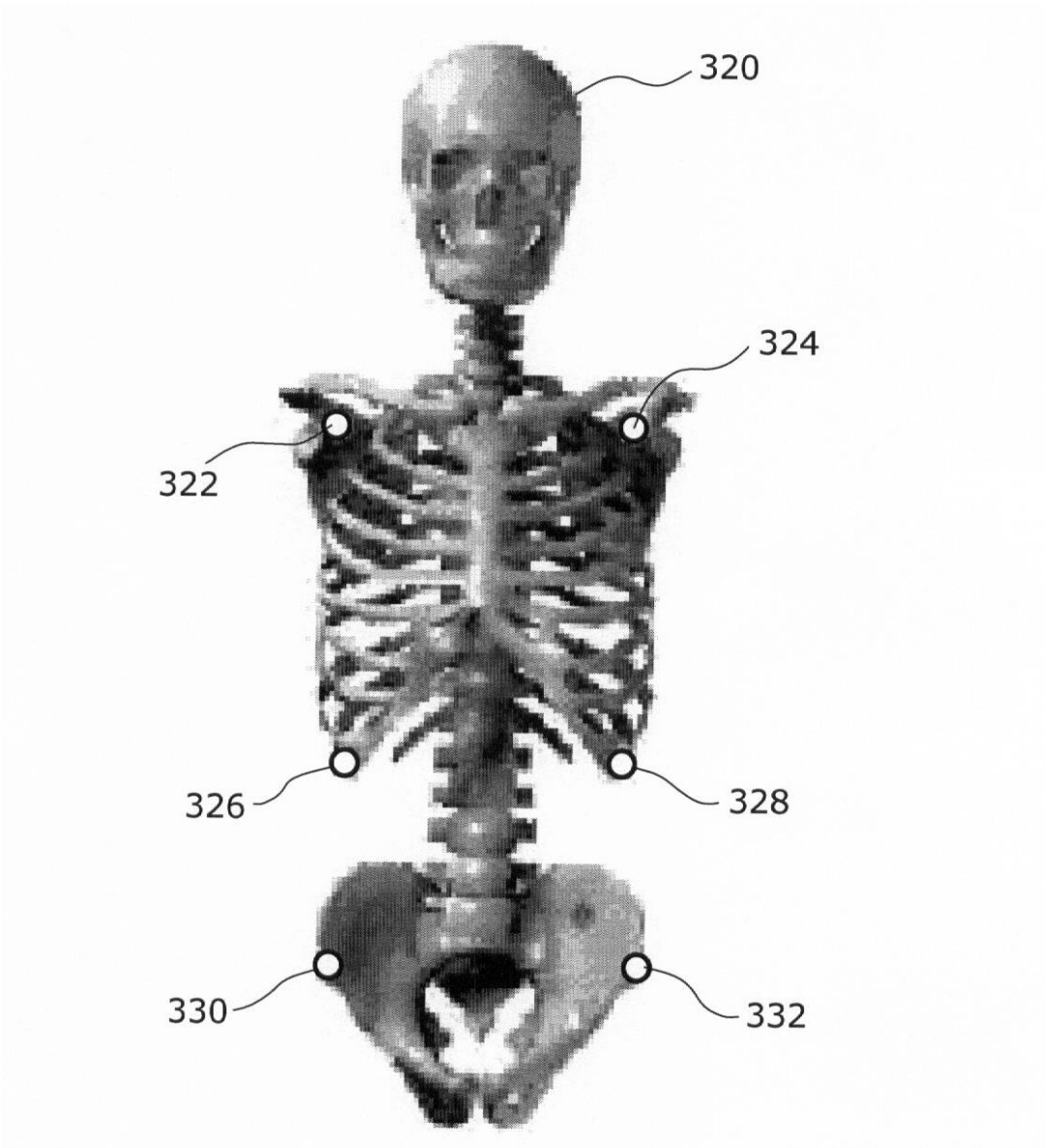


(b)

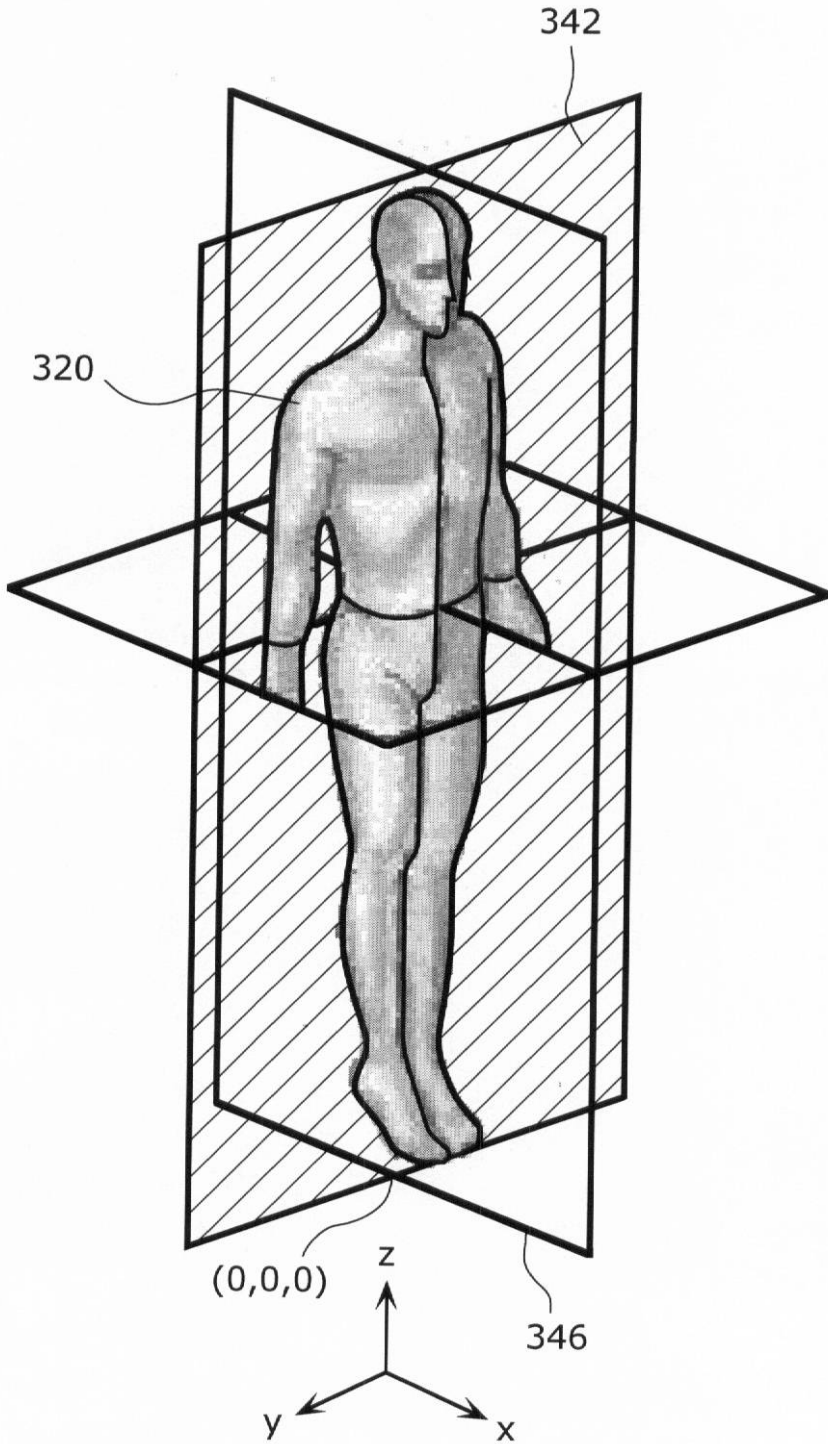
【 図 1 5 】



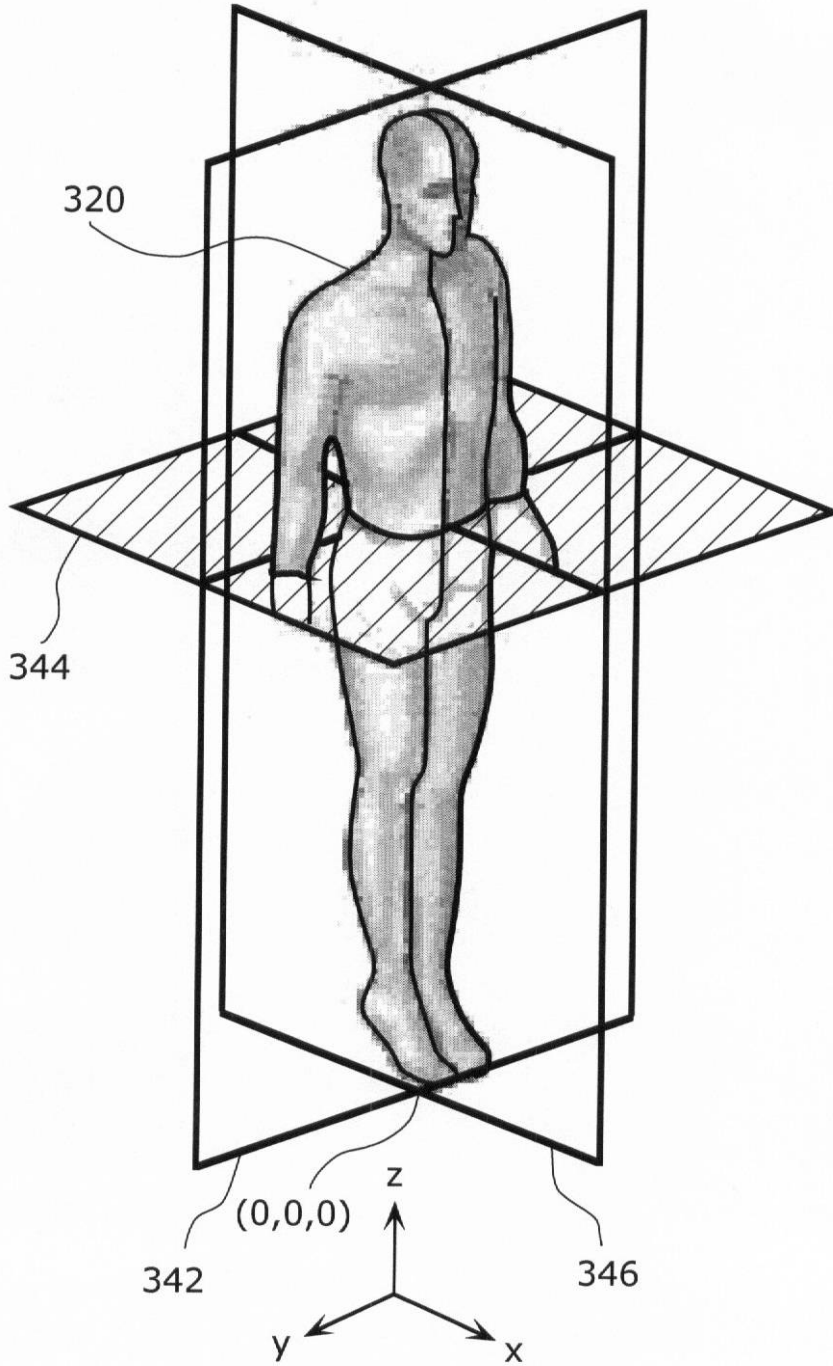
【 図 17 】



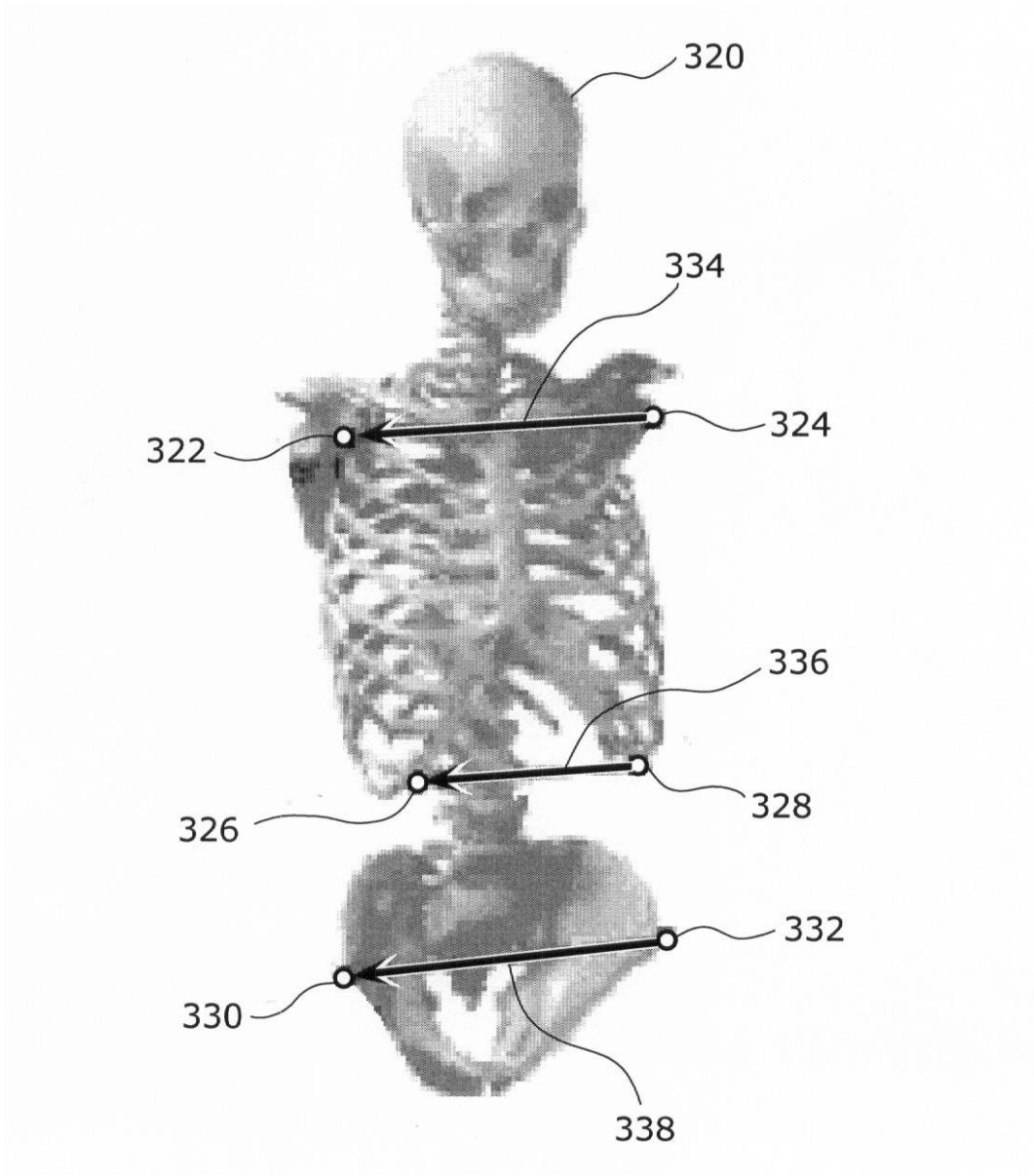
【 図 1 8 】



【 図 1 9 】



【 図 2 1 】



【 図 2 2 】

