

明 細 書

発明の名称：

座標変換方法、座標変換装置、動作解析方法、動作解析装置、及びコンピュータプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、歩行等の動作解析に好適に用いることができる座標変換方法、座標変換装置、動作解析方法、動作解析装置、及びコンピュータプログラムに関する。

背景技術

[0002] マーカレスモーションキャプチャシステムは、簡便な動作分析を可能にすることから、様々な分野で今後の発展が期待されている。一方で、マーカレスモーションキャプチャシステムを用いて詳細な動作分析を行うためには、測定精度と座標系の定義が課題となる。特に歩行のようにある一定の方向へ移動していくような動作では、その動作を分析するのに適切な座標系（例えば地面に固定された世界座標系）を設定する必要がある。

しかし、多くのマーカレスモーションキャプチャシステムでは、システムに固定された座標系を用いるため、測定したデータの精度が悪化することがあり、測定データをそのまま歩行動作の分析に用いることはできない。

[0003] あるいは、例えば特許文献1（特許第6381918号公報）は、所定の動作を実行する対象者に対して複数の異なる位置から収集された当該対象者の動作情報をそれぞれ取得する取得部と、前記取得部によって取得された各動作情報にそれぞれ含まれる前記対象者の特徴点の位に基づいて、前記各動作情報を位置合わせするための関連情報を算出する算出部と、前記算出部によって算出された関連情報に基づいて、前記各動作情報が位置合わせされた出力情報を出力部にて出力させるように制御する出力制御部と、を備える、動作情報処理装置を開示している。

しかしながら、かかる装置では、複数の位置から収集された動作情報を要

するために、取得された各動作情報を位置合わせするための複雑な処理を要する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許第6381918号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 本発明は、1つの位置から収集された動作情報を用いて歩行等の動作を詳細に分析することができる座標変換の手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

- [0006] 上述した課題を解決すべく、本発明の第1の態様は、
互いに直交する x' 方向、 y' 方向及び z' 方向からなる第1座標系において、動作中の対象者の3次元の骨格情報を取得し、
前記骨格情報を用いて、前記対象者の進行方向であるY方向、前記対象者の胴体に沿ったZ方向、並びに、前記Y方向及び前記Z方向に直交するX方向を算出し、
前記第1座標系を、前記X方向、前記Y方向及び前記Z方向からなる第2座標系に変換する
手順を実行し、座標変換された骨格情報を取得すること、
を特徴とする座標変換方法、を提供する。
- [0007] 本発明の座標変換方法では、前記Z方向が、前記対象者の骨盤から胸部に向かう方向であること、が好ましい。
- [0008] また、本発明の座標変換方法では、前記第1座標系に対応する行列と、前記第2座標系に対応する行列と、を用いて、前記第2座標系に変換すること、が好ましい。
- [0009] 本発明の第2の態様は、
互いに直交する x' 方向、 y' 方向及び z' 方向からなる第1座標系にお

いて、動作中の対象者の3次元の骨格情報を取得し、

前記骨格情報を用いて、前記対象者の進行方向であるY方向、前記対象者の胴体に沿ったZ方向、並びに、前記Y方向及び前記Z方向に直交するX方向を算出し、

前記第1座標系を、前記X方向、前記Y方向及び前記Z方向からなる第2座標系に変換する

手順を実行し、座標変換された骨格情報を取得するための、コンピュータプログラム、を提供する。

[0010] 本発明の第3の態様は、

互いに直交する x' 方向、 y' 方向及び z' 方向からなる第1座標系において、動作中の対象者の3次元の骨格情報を取得する取得部と、

前記骨格情報を用いて、前記対象者の進行方向であるY方向、前記対象者の胴体に沿ったZ方向、並びに、前記Y方向及び前記Z方向に直交するX方向を算出する軸方向算出部と、

前記第1座標系を、前記X方向、前記Y方向及び前記Z方向からなる第2座標系に変換する座標変換部と、

を具備することを特徴とする座標変換装置、を提供する。

[0011] 本発明の第4の態様は、

互いに直交する x' 方向、 y' 方向及び z' 方向からなる第1座標系において、動作中の対象者の3次元の骨格情報を取得し、

前記骨格情報を用いて、前記対象者の進行方向であるY方向、前記対象者の胴体に沿ったZ方向、並びに、前記Y方向及び前記Z方向に直交するX方向を算出し、

前記第1座標系を、前記X方向、前記Y方向及び前記Z方向からなる第2座標系に変換し、

座標変換された骨格情報を用いて動作解析を実行する

手順を実行させることを特徴とする動作解析方法、を提供する。

[0012] 本発明の第5の態様は、

互いに直交する x' 方向、 y' 方向及び z' 方向からなる第1座標系において、動作中の対象者の3次元の骨格情報を取得し、

前記骨格情報を用いて、前記対象者の進行方向である Y 方向、前記対象者の胴体に沿った Z 方向、並びに、前記 Y 方向及び前記 Z 方向に直交する X 方向を算出し、

前記第1座標系を、前記 X 方向、前記 Y 方向及び前記 Z 方向からなる第2座標系に変換し、

座標変換された骨格情報を用いて動作解析を実行する手順を実行させるためのコンピュータプログラム、を提供する。

[0013] 本発明の第6の態様は、

互いに直交する x' 方向、 y' 方向及び z' 方向からなる第1座標系において、動作中の対象者の3次元の骨格情報を取得する取得部と、

前記骨格情報を用いて、前記対象者の進行方向である Y 方向、前記対象者の胴体に沿った Z 方向、並びに、前記 Y 方向及び前記 Z 方向に直交する X 方向を算出する軸方向算出部と、

前記第1座標系を、前記 X 方向、前記 Y 方向及び前記 Z 方向からなる第2座標系に変換する座標変換部と、

座標変換された骨格情報を用いて動作解析を実行する解析部と、を具備することを特徴とする動作解析装置、を提供する。

ここで、上記の各方法はコンピュータ実装の方法である。また、上記の各コンピュータプログラムは、非一時的コンピュータ読取り可能な記憶媒体に記憶され、プロセッサにより実行されてよい。

発明の効果

[0014] 本発明によれば、適切に変換された座標系で動作情報が記述されているので、1つの位置から収集された動作情報を用いて歩行等の動作を詳細に分析することができる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]本実施形態に係る動作解析装置10を含むシステムの全体構成を示す概

略図である。

[図2]動作解析装置10のソフトウェア構成を示すブロック図である。

[図3]動作解析装置10を構成するコンピュータ100のハードウェア構成を示すブロック図である。

[図4]動作解析の手順を示すフローチャートである。

[図5]ボディトラッキングにおける関節とその接続関係の例を示す図である。

[図6]座標変換に用いる座標系の定義手法の一例を示す図である。

[図7]Azure KinectとVICONで測定した歩行中の右足関節の位置及び軌跡を示す図である。

[図8A]Azure KinectとVICONで測定した、肩関節の中心および股関節の中心の位置を示す図である。

[図8B]Azure KinectとVICONで測定した歩行中の肩関節の中心の軌跡を示す図である。

[図8C]Azure KinectとVICONで測定した歩行中の股関節の中心の軌跡を示す図である。

発明を実施するための形態

[0016] 以下、本発明に係る座標変換方法、座標変換装置、動作解析方法、動作解析装置、及びコンピュータプログラムの代表的な実施形態を、図面を参照しつつ詳細に説明する。ただし、本発明はこれら図面に限定されるものではない。また、図面は、本発明を概念的に説明するためのものであるから、理解容易のために、必要に応じて寸法、比又は数を誇張又は簡略化して表している場合もある。

[0017] 1. 動作解析装置10及び座標変換装置について

動作解析装置10は、対象者Pを撮影することで得られた3次元座標データを用いて動作解析を行う装置ないしシステムである。対象者Pとしては例えばリハビリ中の患者や検査中の患者、アスリート等が挙げられるが、これらに限られない。すなわち、対象者Pは、例えば歩行若しくは走行による進行又は跳躍若しくは体操等の運動等によって何らかの動きをしており、動作

中である。

[0018] 図2に示すように、動作解析装置10は、取得部11、軸方向算出部13、座標変換部15、及び解析部17を具備する。これらの構成要素のうち取得部11、軸方向算出部13、及び座標変換部15は、座標変換装置20を構成する。

[0019] 取得部11は、動作中の対象者Pの3次元の骨格情報を取得する。ここで、骨格情報は3次元座標データを含むものである。

取得部11は、骨格情報を原始的に取得する（つまり生成する）ものでもよいし、骨格情報を転送等によって二次的に取得するものでもよい。

[0020] 前者の場合、取得部11は、IRカメラ（深度センサ）等の撮像装置で深度情報を含む画像データを取得し、当該画像データから人体骨格モデル（スケルトン）を生成して（図5参照）、関節点の3次元座標を計測できるボディトラッキングシステムとして構成することができる。

[0021] あるいは、後者の場合、取得部11は、この種のボディトラッキングシステムから3次元の骨格情報を受信する通信インターフェイス、あるいは当該骨格情報を記憶するメモリでもよい。

[0022] ボディトラッキングシステムの一例としてMicrosoft Corporation社のAzure Kinect（商標）を挙げることができるが、これに限られず、例えばIntel Corporation社のIntel RealSense Depth（商標）Camera、Orbbec 3D Tech. Intl. Inc.社のASTRA（商標）3D camera、ASUSTeK Computer Inc.社のXtion（商標）、Stereolabs Inc.社のZED（商標）cameraでもよい。

[0023] 取得部11において取得された骨格情報は、ボディトラッキングシステムに固定された座標系（以下、元の座標系又は第1座標系とすることがある。）で記述されている。例えばAzure Kinectでは、三次元座標値の原点はIRカメラ（深度センサ）の中心で、座標軸はIRカメラの正面から見て横軸が x' 軸、縦軸が y' 軸、奥行き軸が z' 軸に設定されている（図1参照）。

[0024] 取得部11は、所定の時間間隔で骨格情報を取得する。所定の時間間隔はボディトラッキングシステムによる画像データあるいは骨格情報の生成と同

じタイミングでよく、例えば30fpsである。

- [0025] 次いで、軸方向算出部13は、取得された骨格情報を用いて、新たな座標系（以下、第2座標系と言うことがある。）の軸方向を算出する。すなわち、新たな座標系の軸方向は、対象者Pの進行方向であるY方向、対象者Pの胴体に沿ったZ方向、並びに、Y方向及びZ方向に直交するX方向とする。Z方向は対象者Pの骨盤から胸部に向かう方向であることが好ましい。なお、どの方向をX、Y、Z方向と名付けるかは任意である。
- [0026] 本実施形態では、Y方向を、歩行開始前の時刻におけるSPINE_NAVALの位置から歩行終了後の時刻におけるSPINE_NAVALの位置に向かう方向に設定する。すなわち、Y方向は、歩行終了後の時刻におけるSPINE_NAVALの座標から歩行開始前の時刻におけるSPINE_NAVALの座標を差し引くことで得ることができる。
- [0027] また、Z'方向を、PELVISの位置からSPINE_NAVALの位置に向かう方向に設定する。すなわち、Z'方向は、同時刻におけるSPINE_NAVALの座標からPELVISの座標を差し引くことで得ることができる。Z'方向として、所定期間にわたって算出された複数のZ'方向の平均を用いてもよい。
- [0028] そして、X方向を、Y方向及びZ'方向に直交するように定め、更に、Z方向をX方向及びY方向に直交するように定める。
- なお、算出されたX方向を示すベクトル、Y方向を示すベクトル及びZ方向を示すベクトルは、単位長さに正規化されてもよい。
- [0029] 次に、座標変換部15は、骨格情報を記述する元の座標系を、X方向、Y方向及びZ方向を座標軸とする新たな座標系に変換する。例えば、座標変換部15は、元の座標系に対応する行列と、新たな座標系に対応する行列と、を用いて、新たな座標系への変換を行うことができる。
- [0030] ここで、互いに直交する3つの単位ベクトル i' 、 j' 、 k' を軸とする元の座標系上の点の位置 p を、この座標系と原点を共有する、別の直交する3つの単位ベクトル i 、 j 、 k を軸とする新たな座標系に変換する場合を考える。それぞれの座標系における位置 p の座標を (x', y', z') 及び

(x , y , z) とすると、位置 p は次のように表される。

[数1]

$$\mathbf{p} = x \mathbf{i} + y \mathbf{j} + z \mathbf{k} = x' \mathbf{i}' + y' \mathbf{j}' + z' \mathbf{k}'$$

この式は、行列を用いて次のように書くことができる。

[数2]

$$\begin{pmatrix} i & j & k \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} i' & j' & k' \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{pmatrix}$$

したがって、新たな座標系では位置 p (x , y , z) は、次式で求められる。

[数3]

$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} i & j & k \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} i' & j' & k' \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{pmatrix}$$

ここで行列 (i , j , k) 及び (i' , j' , k') は直交行列であるから、これらの逆行列は転置行列と等しい。ゆえに、

[数4]

$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} i & j & k \end{pmatrix}^T \begin{pmatrix} i' & j' & k' \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{pmatrix}$$

したがって、元の座標系における位置表示 (x' , y' , z') を新たな座標系における位置表示 (x , y , z) に変換する変換行列 M が得られる。

[数5]

$$M = \begin{pmatrix} i & j & k \end{pmatrix}^T \begin{pmatrix} i' & j' & k' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} i \cdot i' & i \cdot j' & i \cdot k' \\ j \cdot i' & j \cdot j' & j \cdot k' \\ k \cdot i' & k \cdot j' & k \cdot k' \end{pmatrix}$$

よって、変換行列 M を元の座標系での表示 (x' , y' , z') に左側から作用させることで、新たな座標系での表示 (x , y , z) を得ることができる。

[0031] 解析部 17 は、座標変換された骨格情報を用いて動作解析を実行する。

動作解析としては例えば歩行分析、走行分析、泳ぎ分析、跳躍分析、体操分析等が挙げられるが、他には上記した動作（歩行、走行若しくは泳ぎによる進行、又は跳躍若しくは体操等の運動等による何らかの動き）の分析が考えられ、例えばランニングや立幅跳等の動作の分析は好適である。

[0032] なかでも、歩行、走行、泳ぎ及び跳躍等の動作時の分析としては、例えば、歩行周期、歩行速度、関節角度、姿勢、歩幅、歩隔、足の高さ、腕（肘）の振り幅、腕（肘）の高さ、左右バランス、身体の前・後・左右の動揺等が含まれるが、これらに限られない。

[0033] 動作解析の結果は、ディスプレイに表示されたり、印刷されたり、他のコンピュータに送信されたりして、医師、理学療法士、研究者等により利用される。これらの者は、動作解析の結果に基づいて、対象者Pのために個々に適した治療方法を考え出し、治療やリハビリ等の目的に即して活用することができる。

[0034] 2. 動作解析装置10及び座標変換装置20を構成するコンピュータ100について

図3に示すように、コンピュータ100は、プロセッサ101、メモリ103、及び通信インターフェイス105を含み、更に入力装置107及び出力装置109を含んでもよい。コンピュータ100は、1台のコンピュータから構成されてもよいし、複数台のコンピュータで構成されてもよい。

[0035] プロセッサ101は、各種プログラム及びデータをメモリ103に読み出して実行することで、動作解析装置10及び座標変換装置20としての各種機能を実現する。プロセッサ101は、中央演算装置（CPU）、グラフィックス・プロセッシング・ユニット（GPU）、マイクロプロセッサ等の半導体集積回路で構成されてよい。

[0036] メモリ103は、各種のデータやプログラムを記憶する、ランダム・アクセス・メモリ（RAM）及びリード・オンリー・メモリ（ROM）である。メモリ103は、非一時的コンピュータ読取り可能な記憶媒体、例えばハードディスクドライブやソリッドステートドライブ、フラッシュメモリを含む

。

[0037] 通信インターフェイス 105 は、有線及び無線の通信ネットワークに接続するためのインターフェイスであり、例えばイーサネット（登録商標）に接続するためのアダプタ、公衆電話回線網に接続するためのモデム、無線通信を行うための無線通信機、シリアル通信のための USB（Universal Serial Bus）コネクタや RS 232C コネクタ等である。

[0038] 入力装置 107 は、各種データを入力する、例えばキーボード、マウス、タッチパネル、ボタン、マイクロフォン等である。また、出力装置 109 は、各種データを出力する、例えばディスプレイ、プリンタ、スピーカ等である。

[0039] 3. 動作解析方法及び座標変換方法

図 4 を参照して、座標変換方法を含む動作解析方法を説明する。動作解析方法はコンピュータ実装の方法である。動作解析方法を構成する手順のうち、ステップ S 11 ～ S 13 が座標変換方法に相当する。

[0040] ステップ S 11 において、対象者 P の骨格情報を取得する。このとき、骨格情報は、ボディトラッキングシステムないしカメラに固定された座標系（ X' ， Y' ， Z' 軸；単位ベクトル i' ， j' ， k' ）で記述されている（図 1 参照）。また、骨格情報は所定の時間間隔で取得される。

[0041] 次に、ステップ S 12 において、骨格情報から新たな座標系の X ， Y ， Z 軸方向（単位ベクトル i ， j ， k ）を算出する。例えば、進行方向を Y 方向とし、対象者 P の胴体に沿った方向を Z 方向とし、 Y 方向及び Z 方向に直交する方向を X 方向とする。

[0042] そして、ステップ S 13 において、骨格情報の座標変換を実行する。例えば、上述の変換行列 M を生成し、これを元の座標系の表示（ x' ， y' ， z' ）に左側から作用させることで、新たな座標系の表示（ x ， y ， z ）を得る。

[0043] 更に、ステップ S 14 において、変換された座標を用いて、例えば歩行分析等の動作解析を実施する。

そして、一連の処理を終了する。

[0044] 4. 本実施形態の効果

本実施形態からわかるように、本発明者らは、Azure Kinect等のモーションキャプチャシステムで測定した歩行等の動作データから動作解析のための新たな座標系を定義し、座標変換を行うためのアルゴリズムを開発した。

[0045] 従来のマーカレスモーションキャプチャシステムを用いた歩行動作の分析では、座標系に依存しない関節の角度や角速度といったパラメータに着目するか、あるいは予め座標変換を行うための情報（実験室に設置されたマーカ等）を取得しておくことで上述の問題に対応してきた。本実施形態では、測定データから、動作解析に必要な座標変換に関する情報を取得することができるので、複雑なシステムを用いることなく歩行等の動作の詳細な分析が可能となる。

[0046] 5. 解析例

ここで、動作解析の一例として歩行分析を挙げ、本実施形態における動作解析の精度を検証した結果を示す。

ここでは、歩行分析の正確性を評価するために、Vicon Motion Systems Ltd社製のVICON（商標）による計測データとの対比を行った。VICONは、対象者Pの身体に貼付された再帰反射マーカを赤外線カメラによって追跡するタイプのモーションキャプチャシステムであり、正確で信頼性の高いデータを提供するものと考えられている。

[0047] 本解析例では、モーションキャプチャシステムとしてAzure Kinect（商標）が用いられている。Azure Kinectは、マーカレスモーションキャプチャシステムの1つであり、赤外線ドットパターンを被写体に投射して得た深度画像から自動的に人体骨格モデル（スケルトン）を適合し、20個の関節点座標（図5参照）を計測することができる。

[0048] Azure Kinectでは、内蔵されているプロセッサが身体の関節部位を推定し、骨格情報を構築した時に関節データの三次元座標値（ x , y , z ）を読み取る。関節データが読み取る三次元座標値の原点はIRカメラ（深度センサ）の中

心で、座標軸はIRカメラの正面から見て横軸がX、縦軸がy、奥行き軸がZになる（図1参照）。なお、IRカメラは、カメラから物体までの距離（深度）を赤外線を使用して測定する。

[0049] Azure Kinectでは、座標の原点は、カメラの焦点にある。この座標系は、正のX軸が右を指し、正のY軸が下を指し、正のZ軸が前方を指すように設定されている。したがって、Azure Kinectでは、関節の位置は、深度センサの基準フレームに対する相対的な値で表される。すなわち、対象者Pの骨格情報は、Azure Kinectに固定された座標系で表される。

[0050] ここでは、対象者Pは、モーションキャプチャシステムのカメラに対して所望の方向に移動してもよい。この場合、上記の座標系では、対象者Pの移動方向によっては、カメラから隠れる関節に対する計測精度が悪化することがある。

[0051] また、新たな座標系の軸は次のとおり設定される（図6参照）。

Y方向： 歩行開始時のSPINE_NAVELから歩行終了時のSPINE_NAVELに向かう方向

Z'方向： 歩行中のPELVISからSPINE_CHESTに向かう方向（平均）

X方向： Y軸とZ'軸に直交する方向

Z方向： X軸とY軸に直交する方向

[0052] 5-1. 歩行中の足関節の位置の計測

Azure KinectとVICONで歩行中の対象者Pの足関節の位置を計測し、その軌跡を比較した。ただし、Azure Kinectによる計測結果には、上述した座標変換が施されている。

右足関節についての計測結果の一例を図7（A），（B）に示す。図示した例は、対象者Pがカメラに対して斜め前方に歩行したときの計測結果であり、参考として元の座標系（ x' ， y' ， z' 軸）を表示している。

また、Azure KinectとVICONで測定した歩行中の左右足関節の位置の相関係数を表1に示す。

[表1]

	X (左右) 方向	Y (前後) 方向	Z (鉛直) 方向
右足関節	.474±.444	.953±.120	.742±.430
左足関節	.460±.499	.952±.125	.745±.455

一般に、相関係数 r については、 $0.4 \leq r \leq 0.7$ では正の相関が、 $0.7 \leq r \leq 1$ では強い正の相関が、それぞれ認められる。したがって、表 1 からは、特に前後方向及び鉛直方向に強い相関が認められる。

[0053] また、Azure KinectとVICONで測定した歩行中の左右足関節の位置の二乗平均平方根誤差を表 2 に示す。

[表2]

(m)	X (左右)	Y (前後)	Z (鉛直)	XYZ
右足関節	0.022 ±0.014	0.107 ±0.170	0.036 ±0.029	0.123 ±0.167
左足関節	0.020 ±0.014	0.099 ±0.153	0.039 ±0.044	0.114 ±0.156

表 2 から、特に左右方向及び鉛直方向における誤差は小さいことが分かる。

[0054] また、足関節の位置の軌跡から、ストライド長（平均）を算出することができる。以下の表 3 に、Azure KinectとVICONで測定した歩行中の左右のストライド長の一例を示す。

[表3]

(m)	Kinect	VICON
右	1.17 ± 0.12	1.13 ± 0.18
左	1.17 ± 0.12	1.16 ± 0.12

表 3 より、Azure KinectとVICONでの測定値の差異は数%の範囲であることが分かる。

[0055] 5－2．左右股関節の midpoint

Azure KinectとVICONで対象者Pの左右肩関節及び左右股関節の中心の位置（図8A参照）を計測し、その軌跡を比較した（図8B及び図8C参照）。Azure Kinectによる計測結果には、上述した座標変換が施されている。

以下の表4に、測定された左右肩および股関節中心の二乗平均平方根誤差を示す。

[表4]

(m)	X (左右)	Y (前後)	Z (鉛直)	XYZ
肩関節中心	0.016 ±0.014	0.030 ±0.071	0.011 ±0.005	0.042 ±0.070
股関節中心	0.021 ±0.012	0.032 ±0.075	0.012 ±0.006	0.048 ±0.071

[0056] また、測定された肩関節中心および股関節中心の相関係数を表5に示す。

[表5]

	X (左右) 方向	Y (前後) 方向	Z (鉛直) 方向
肩関節中心	.741±.503	.999±.006	.610±.399
股関節中心	.665±.447	.996±.005	.660±.345

表5から、特に左右方向及び前後方向に強い相関が認められる。

[0057] これらの比較例から、座標変換されたAzure Kinectの計測データはVICONの計測データと遜色ない精度を持つことが確認された。したがって、座標変換済みのAzure Kinectの計測結果は、対象者Pの関節の位置を正確に表していると考えられる。

[0058] それゆえ、ここで提示した座標変換技術は、歩行分析をはじめとする動作解析に好適に利用することができる。

したがって、信頼に足る動作解析のために、複数台のカメラを設置する必要がなく、また、床面等にマーカを設ける必要もないから、座標変換技術を用いることで、モーションキャプチャシステムの手軽な構築が可能になる。

[0059] 以上、本発明の代表的な実施形態について説明したが、本発明はこれらに限定されるものではなく、種々の設計変更が可能であり、それらも本発明に

含まれる。

符号の説明

- [0060] 1 0 動作解析装置
- 1 1 取得部
- 1 3 軸方向算出部
- 1 5 座標変換部
- 1 7 解析部
- 2 0 座標変換装置

請求の範囲

[請求項1]

互いに直交する x' 方向、 y' 方向及び z' 方向からなる第1座標系において、動作中の対象者の3次元の骨格情報を取得し、

前記骨格情報を用いて、前記対象者の進行方向である Y 方向、前記対象者の胴体に沿った Z 方向、並びに、前記 Y 方向及び前記 Z 方向に直交する X 方向を算出し、

前記第1座標系を、前記 X 方向、前記 Y 方向及び前記 Z 方向からなる第2座標系に変換する

手順を実行し、座標変換された骨格情報を取得すること、
を特徴とする座標変換方法。

[請求項2]

前記 Z 方向が、前記対象者の骨盤から胸部に向かう方向であること、
を特徴とする請求項1に記載の座標変換方法。

[請求項3]

前記第1座標系に対応する行列と、前記第2座標系に対応する行列と、を用いて、前記第1座標系を前記第2座標系に変換すること、
を特徴とする請求項1に記載の座標変換方法。

[請求項4]

互いに直交する x' 方向、 y' 方向及び z' 方向からなる第1座標系において、動作中の対象者の3次元の骨格情報を取得し、

前記骨格情報を用いて、前記対象者の進行方向である Y 方向、前記対象者の胴体に沿った Z 方向、並びに、前記 Y 方向及び前記 Z 方向に直交する X 方向を算出し、

前記第1座標系を、前記 X 方向、前記 Y 方向及び前記 Z 方向からなる第2座標系に変換する

手順を実行し、座標変換された骨格情報を取得するための、コンピュータプログラム。

[請求項5]

互いに直交する x' 方向、 y' 方向及び z' 方向からなる第1座標系において、動作中の対象者の3次元の骨格情報を取得する取得部と、
、

前記骨格情報を用いて、前記対象者の進行方向であるY方向、前記対象者の胴体に沿ったZ方向、並びに、前記Y方向及び前記Z方向に直交するX方向を算出する軸方向算出部と、

前記第1座標系を、前記X方向、前記Y方向及び前記Z方向からなる第2座標系に変換する座標変換部と、
を具備することを特徴とする座標変換装置。

[請求項6]

互いに直交する x' 方向、 y' 方向及び z' 方向からなる第1座標系において、動作中の対象者の3次元の骨格情報を取得し、

前記骨格情報を用いて、前記対象者の進行方向であるY方向、前記対象者の胴体に沿ったZ方向、並びに、前記Y方向及び前記Z方向に直交するX方向を算出し、

前記第1座標系を、前記X方向、前記Y方向及び前記Z方向からなる第2座標系に変換し、

座標変換された骨格情報を用いて動作解析を実行する
手順を実行させることを特徴とする動作解析方法。

[請求項7]

互いに直交する x' 方向、 y' 方向及び z' 方向からなる第1座標系において、動作中の対象者の3次元の骨格情報を取得し、

前記骨格情報を用いて、前記対象者の進行方向であるY方向、前記対象者の胴体に沿ったZ方向、並びに、前記Y方向及び前記Z方向に直交するX方向を算出し、

前記第1座標系を、前記X方向、前記Y方向及び前記Z方向からなる第2座標系に変換し、

座標変換された骨格情報を用いて動作解析を実行する
手順を実行させるためのコンピュータプログラム。

[請求項8]

互いに直交する x' 方向、 y' 方向及び z' 方向からなる第1座標系において、動作中の対象者の3次元の骨格情報を取得する取得部と、
、

前記骨格情報を用いて、前記対象者の進行方向であるY方向、前記

対象者の胴体に沿ったZ方向、並びに、前記Y方向及び前記Z方向に直交するX方向を算出する軸方向算出部と、

前記第1座標系を、前記X方向、前記Y方向及び前記Z方向からなる第2座標系に変換する座標変換部と、

座標変換された骨格情報を用いて動作解析を実行する解析部と、
を具備することを特徴とする動作解析装置。