

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第6部門第3区分

【発行日】平成17年4月21日(2005.4.21)

【公開番号】特開2004-163990(P2004-163990A)

【公開日】平成16年6月10日(2004.6.10)

【年通号数】公開・登録公報2004-022

【出願番号】特願2002-235128(P2002-235128)

【国際特許分類第7版】

G 0 6 T 7/20

G 0 6 T 1/00

G 0 6 T 7/60

G 0 6 T 15/70

【F I】

G 0 6 T 7/20 2 0 0 Z

G 0 6 T 1/00 3 4 0 B

G 0 6 T 7/60 1 5 0 B

G 0 6 T 15/70 B

【手続補正書】

【提出日】平成16年6月10日(2004.6.10)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

モーションキャプチャのためにパラメトリックな動力学モデルを人間の行為者のサイズに自動的に適応させるための、コンピュータで実現される方法であって、

人間の行為者の身体部品に付けられたマーカの、それぞれのローカル身体部品座標系における、コンピュータ読取可能な位置データの組と、グローバル身体座標系に対するローカル身体座標系の位置と向きとを準備するステップと、

人間の行為者の身体部品に付けられたマーカの位置を表す、コンピュータ読取可能なモーションキャプチャデータの第一の組を準備するステップとを含み、前記モーションキャプチャデータは人間の行為者がある一組の動きを行なう間にキャプチャされ、さらに

前記位置データと前記コンピュータ読取可能なモーションキャプチャデータの第一の組とを用いて、人間の行為者の身体部品の関節軸の位置をコンピュータに推定させるステップを含み、

前記コンピュータに推定させるステップは、

コンピュータ読取可能な前記マーカの位置データと、コンピュータ読取可能な前記モーションキャプチャデータの第一の組と、パラメトリックな動力学モデルの連鎖中で先行する関節軸の組の位置とを用いて、前記パラメトリックな動力学モデルの連鎖内での現在の関節軸の組の位置を計算するステップをコンピュータに自動的に行なわせるステップを含み、前記先行する関節軸の組は、前記先行する関節軸の組のまわりの動きが現在の関節軸の組の位置に影響を与えるような状態で動学的な連鎖中に配置されている、方法。

【請求項2】

前記関節軸の現在の組の位置を計算するステップは

(a) モーションキャプチャデータの第一の組の全ての測定時間について、各測定時間での人間の行為者の身体的位置および向き、ならびにもしあれば、その時点での連鎖中で

先行する軸の組の関節角度を、コンピュータ読取可能なマーカの位置データと、モーションキャプチャデータの第一の組と、もしあれば先行するステップで計算された先行する関節軸の組の位置とを用いて、推定するステップと、

(b) コンピュータ読取可能なマーカの位置データと、モーションキャプチャデータの第一の組と、もしあれば先行するステップで計算された先行する関節軸の組の位置と、身体の位置および向きと、もしあれば、ステップ(a)で計算された先行する関節軸の組に関連する関節角度とを用いて、連鎖内の現在の関節軸の組の位置と、関連した関節軸の角度とを推定するステップとを含む、請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記ステップ(a)は、モーションキャプチャデータの第一の組と、位置データと、身体の位置および向きと、先行する関節軸の組の関節角度と、先行するステップで計算された先行する関節軸の組の位置とによって規定される好適な指標関数を最適化することによって、前記先行する関節軸の組の関節角度を推定するステップを含む、請求項2に記載の方法。

【請求項4】

前記ステップ(b)は、モーションキャプチャデータの第一の組と、位置データと、身体の位置および向きと、先行する関節軸の組および現在の関節軸の組の関節角度と、先行するステップで計算された先行する関節軸の組の位置および現在の関節軸の組の位置とによって規定される好適な指標関数を最適化することによって、現在の関節軸の組の位置を推定するステップを含む、請求項2または請求項3に記載の方法。

【請求項5】

コンピュータ読取可能なマーカの位置データの組を準備する前記ステップは、人間の行為者が予め定められた基準姿勢にある間に、人間の行為者の身体部品に付けられたマーカの位置を表すコンピュータ読取可能なモーションキャプチャデータの第二の組を準備するステップを含む、請求項1から4のいずれかに記載の方法。

【請求項6】

前記予め定められた基準姿勢においては、人間の行為者は手足を伸ばした直立姿勢で立っている、請求項5に記載の方法。

【請求項7】

モーションキャプチャのために、パラメトリックな動力学モデルを人間の行為者のサイズに自動的に適応させるための、コンピュータで実行可能なプログラムであって、

人間の行為者の身体部品に付けられたマーカの、それぞれのローカル身体部品座標系における、コンピュータ読取可能な位置データの組と、グローバル身体座標系に対するローカル身体座標系の位置と向きとを準備するための第一のプログラム部分と、

人間の行為者の身体部品に付けられたマーカの位置を表すコンピュータ読取可能なモーションキャプチャデータの第一の組を準備するための第二のプログラム部分とを含み、前記モーションキャプチャデータは人間の行為者がある一組の動きを行なう間にキャプチャされ、さらに

位置データとコンピュータ読取可能なモーションキャプチャデータの第一の組とを用いて人間の行為者の身体部品の関節軸の位置を推定する第三のプログラム部分を含み、前記第三のプログラム部分は

コンピュータ読取可能なマーカの位置データと、コンピュータ読取可能なモーションキャプチャデータの第一の組と、パラメトリックな動力学モデルの連鎖において先行する関節軸の組の位置とを用いて、パラメトリックな動力学モデルの連鎖における関節軸の現在の組の位置を計算する第四のプログラム部分を含み、先行する関節軸の組は、先行する関節軸の組の周囲の動きが現在の関節軸の組の位置に影響を与えるような状態で動力学的な連鎖中に配置されている、コンピュータで実行可能なプログラム。

【請求項8】

前記第四のプログラム部分は

モーションキャプチャデータの第一の組の全ての測定時間について、各測定時間での人

間の行為者の身体の位置および向き、ならびにもしあれば、その時点での連鎖中における先行する軸の組の関節角度を、コンピュータ読取可能なマーカの位置データと、モーションキャプチャデータの第一の組と、もしあれば先行するステップで計算された先行する関節軸の組の位置とを用いて、推定するプログラム部分(a)と、

コンピュータ読取可能なマーカの位置データと、モーションキャプチャデータの第一の組と、もしあれば先行するステップで計算された先行する関節軸の組の位置と、身体の位置および向きと、もしあれば、プログラム部分(a)で計算された先行する関節軸の組に関連する関節角度とを用いて、連鎖内における現在の関節軸の組の位置と、関連した関節角度とを推定するプログラム部分(b)とを含む、請求項7に記載のコンピュータで実行可能なプログラム。

【請求項9】

前記プログラム部分(a)は、モーションキャプチャデータの第一の組と、位置データと、身体の位置および向きと、先行する関節軸の組の関節角度と、第四のプログラム部分で計算された先行する関節軸の組の位置とによって規定される好適な指標関数を最適化することによって、身体の位置および向きと、前記先行する関節軸の組の関節角度を推定するためのプログラム部分を含む、請求項8に記載のコンピュータで実行可能なプログラム。

【請求項10】

前記プログラム部分(b)は、モーションキャプチャデータの第一の組と、位置データと、身体の位置および向きと、先行する関節軸の組および現在の関節軸の組の関節角度と、第四のプログラム部分で計算された先行する関節軸の組の位置および現在の関節軸の組の位置とによって規定される好適な指標関数を最適化することによって、現在の関節軸の組の位置を推定するプログラム部分を含む、請求項8または9に記載のコンピュータで実行可能なプログラム。

【請求項11】

前記第一のプログラム部分は、人間の行為者が予め定められた基準姿勢にある間に、人間の行為者の身体部品に付けられたマーカの位置を表すモーションキャプチャデータの第二の組を準備するプログラム部分を含む、請求項7から10のいずれかに記載のコンピュータで実行可能なプログラム。

【請求項12】

前記基準姿勢においては、人間の行為者は手足を伸ばした直立姿勢で立っている、請求項11に記載のコンピュータで実行可能なプログラム。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0038

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0038】

ヒューマノイドエージェントの何らかの動きは、この場合、ある時間でのこの選択された身体座標系の位置および向きを特定する軌跡と、関節角度の軌跡とによって与えられる。この明細書では、身体の位置および向きをまとめて「身体の姿勢」と呼ぶ。ある程度の正確さで、人間の動きは、このようにしてもモデル化することができる。この発明の実施例に従った方法は、人間の動きとヒューマノイドエージェントの動きとをともに記述できる、パラメトリックな動力学モデルの同期化のための自動技術を提供する。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0041

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0041】

図2は図1に示されたヒューマノイドロボットの動力的構造を示し、ここで我々が目標とするのは、図2のようなヒューマノイドロボットの特定の動力的構造によって、人間の動きをモデル化することである。図2に示されるように、この構造は関節4、6、8、10および12等の、ロボット2の右腕に位置づけられた多数の関節16を含む。この構造はさらに、左腕、右足、左足、首および腰の関節を含む。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0047

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0047】

【数3】

$$\tilde{y}_j = g(r, d) \cdot \exp(\theta_{i_1} \xi_{i_1}) \cdots \exp(\theta_{i_n} \xi_{i_n}) \cdot G_x \cdot y_j \cdots (3)$$

ここで i_1, \dots, i_n はマーカの動き y_j を生じさせる動力的連鎖を記述するひねりであり、 G_x はマーカが付されるローカル身体部品座標系の位置および向きを、基本構成でのグローバル身体座標系に対して関連付ける同次行列である。(図1に示したヒューマノイドロボットの場合、 $x =$ 上体、骨盤、頭、左上腕、左下腕、左手、右上腕、右下腕、右手、左上脚、左下脚、左足、右上脚、右下脚、右足である。) r および d は世界座標に対するグローバル身体座標系の回転ベクトルおよび位置によって表される向き、 $g(r, d)$ は r および d に対応する同次行列である。なお、マーカの動きに影響を与えるひねりの組は、マーカが付される身体部品が何であるかによって変わる。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0055

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0055】

グローバル身体座標系の原点は、二つの肩関節(または二つの特別に位置づけられた肩マーカ)を結ぶ線の間にあると仮定される。これは上体に固定される。基本構成では、グローバル身体座標系とすべてのローカル身体部品座標系とが整列している。この仮定を用いて、グローバル身体座標系(式(3)の G_x)における基本構成での各身体部品の位置と向きを計算し、マーカの世界座標系をローカル座標系(式(3)の \tilde{y}_j および y_j)に変換することができる。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0060

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0060】

【数8】

$$G_x = \begin{bmatrix} \mathbf{I} & \frac{1}{n_x} \sum_{j \in x} \tilde{y}_j - \mathbf{d} \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \cdots (7)$$

ここで、 n_x は身体部品に付けられたマーカの数である。最後に、マーカ y_j のローカル座標が数式(5)の逆をとることにより得られる。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0069

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0069】

[好ましい実施例]

図3はこの実施例の全体図を示す。図3を参照して、システムは人間の行為者18のさまざまな身体部品に付されたマーカの3-D位置を測定するための光学トラッカ30と、測定データの演算を行なってモーションキャプチャのためにパラメトリックな動力学モデルを人間の行為者のサイズに適応させるためにパラメータを最適化するコンピュータシステム20とを含む。コンピュータシステム20によってこうして計算された適応パラメータ80を、光学トラッカ30がキャプチャした同じ行為者18の動きデータに基づきロボットを制御するためのデータを生成する動き生成システム82で用いることができる。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0070

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0070】

図4はコンピュータシステム20を示し、図5はシステム20をブロック図で示す。図4を参照して、コンピュータシステム20は、FD(フレキシブルディスク)ドライブ52およびCD-ROM(コンパクトディスク読出専用メモリ)ドライブ50を有するコンピュータ40と、キーボード46と、マウス48と、モニタ42とを含む。光学トラッカ30はコンピュータ40に接続される。

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0071

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0071】

図5を参照して、コンピュータ40は、FDドライブ52およびCD-ROMドライブ50に加えて、CPU(中央処理装置)56と、CPU56、FDドライブ52およびCD-ROMドライブ50に接続されたバス66と、ブートアッププログラム等を記憶する読出専用メモリ(ROM)58と、CPU56に接続され、プログラム命令、システムプログラム、およびデータを記憶するランダムアクセスメモリ(RAM)60とを含む。

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0075

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0075】

図6はこの実施例の方法を実現するプログラムのための全体的な制御構造を示す。図6を参照して、人間の行為者の身体にマーカが付けられた後(90)、プログラムが開始する。肩の離れた位置に2個のマーカが位置付けられるので、基本構成においてこれら2個のマーカを結ぶ線によってグローバル身体座標系の水平軸が規定できる。まず始めに、コンピュータ40は行為者が基本構成の姿勢で立っている間にモーションキャプチャデータ92からマーカの3-Dデータをキャプチャする(94)。

【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0077

【補正方法】変更

【補正の内容】

【 0 0 7 7 】

次に、行為者は一組の動きをするよう求められ、これが光学トラッカ 3 0によって測定されて、キャプチャされたデータ 1 1 0 がコンピュータシステムに送られる(9 8)。この方法があいまいさのない回答を返す必要があるのであれば、行為者は適切な自由度全てについて動きを行なわなければならない。

【 手 続 補 正 1 2 】

【 補 正 対 象 書 類 名 】 明 細 書

【 補 正 対 象 項 目 名 】 0 0 9 4

【 補 正 方 法 】 変 更

【 補 正 の 内 容 】

【 0 0 9 4 】

[実 験]

動力学的モデルの自動生成のためのこの方法を試験するため、複数の実験を行い、人間の行為者の全身運動を含むいくつかの動きの軌跡をキャプチャした。図 9 はデータ収集プロセスの例を示す。マーカベースの光学トラッカ 3 0がこの目的で用いられた。光学トラッカ 3 0は特定可能なアクティブマーカを用いる。全身運動の場合にはマーカのうちいくつかがおクルージョンをこうむることがしばしばあるので、アクティブマーカを用いると有利である。このような場合、パッシブなマーカを用いるシステムはよりマッチング誤差に弱い。

【 手 続 補 正 1 3 】

【 補 正 対 象 書 類 名 】 明 細 書

【 補 正 対 象 項 目 名 】 符 号 の 説 明

【 補 正 方 法 】 変 更

【 補 正 の 内 容 】

【 符 号 の 説 明 】

2 ロボット、 4、 6、 8、 1 0、 1 2 関節、 2 0 コンピュータシステム、 3 0 光学トラッカ、 4 0 コンピュータ

【 手 続 補 正 1 4 】

【 補 正 対 象 書 類 名 】 図 面

【 補 正 対 象 項 目 名 】 図 3

【 補 正 方 法 】 変 更

【 補 正 の 内 容 】

【図3】

