

## 3DCGによる人形のポーズ設計の研究

### A Study on A Design System of Human Poses using Avatar

堀越 基宏<sup>†</sup>  
Motohiro Horikoshi

齊藤 剛<sup>†</sup>  
Tsuyoshi Saitoh

#### 1 はじめに

舞踊や芝居、体操での演者の一連の動きを定めたものを振り付けと呼ぶ。振り付けは経験者からの指導や実演を真似ることで伝えられている。これらの広範な普及のために、ポーズや推移を音楽の楽譜のように記録して表現する舞踏記譜法などが考案された。近年では、モーションキャプチャシステム（以下、MCシステム）や写真、ビデオによる記録も行われている。MCシステムは人間の全身の動きを記録し、様々な方向から動きやポーズを確認できるが、機材や広い空間を必要とするために手軽な利用は難しい。写真やビデオは2次元の画像であり、単一方向からのポーズ確認しかできないため、様々な方向から確認するには相当数の画像が必要となる。そこで、コンピュータ内に作られた人形（以下、仮想人形）に瞬間や所望のポーズを取らせることでこの解決を図る。コンピュータ上では視点変更が容易であり、様々な方向からポーズ確認が可能となる。また、設計したポーズをデータとして残すことで即座に同じポーズを再現できる利点がある。

本研究は、仮想人形を操作するインタフェースを提供することで、ポーズ設計を支援するシステムの開発を目的としている。本稿では、仮想人形の表示及び操作方法の実装とそれらを用いたポーズ設計、記録、再現を行ったので報告する。

#### 2 3DCGによる仮想人形

本研究では、使用する仮想人形を、各関節を球、その他の部位を円柱、円錐台を用いて簡易的に表現する（図1）。各関節には位置ベクトル  $P$  と各部位の向きを示す方向ベクトル  $V$  を属性として与える。

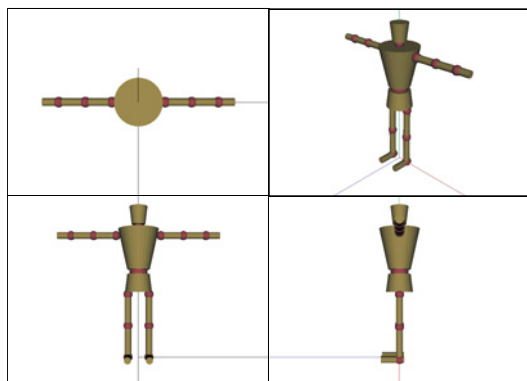


図1 3DCGによる仮想人形

#### 3 ポーズ設計操作

操作は主に関節の座標と向き、2つの属性値を変化させることによって行う。各関節は向きの変更に合わせて他の関節の属性値を連動させることにより、腰を中心とした親子構造を構成している（図2）。本節では、指定した関節の回転による操作と肘や膝の曲げ伸ばし操作の実装について述べる。

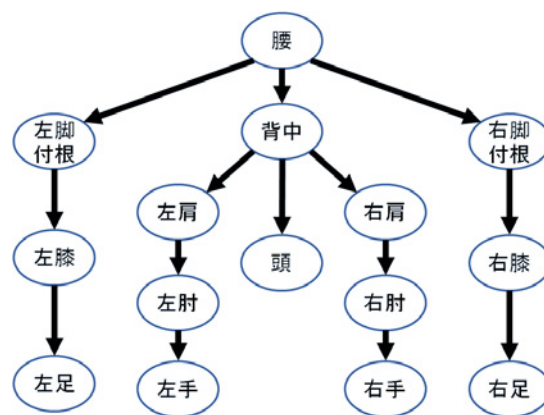
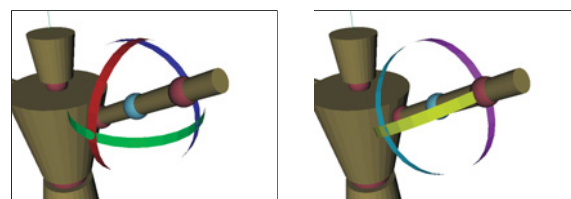


図2 各関節が持つ親子構造

##### 3.1 関節の回転による操作

選択された関節の周囲に直行したリングオブジェクトを表示する。リングはマウスのドラッグ操作により、対応する軸を中心に関節の方向ベクトルを回転させる。方向ベクトルの回転にはクォータニオン [2] を利用する。回転軸にはグローバル座標の X 軸、Y 軸、Z 軸を基準にするもの（図 3-a）と各関節が持つローカル座標の軸を基準にするもの（図 3-b）の 2 種類がある。グローバル座標軸での回転は仮想人形の全体の向きの変更に適している。ローカル座標軸の回転は各関節の向きに依存するため、肩や腕の捻りといった現実の人形に近い操作を可能とする。



(a) グローバル座標軸 (b) ローカル座標軸

図3 回転操作のためのオブジェクト

<sup>†</sup>東京電機大学 未来科学部, Tokyo Denki University

### 3.2 曲げ伸ばし操作

指定した関節を独立して曲げる操作とは別に、手首や足首等の末端関節を動かすことで肘や膝が連動して曲げ伸ばしされる操作を実装する。

腕の関節を例に説明する。肩と手首の位置から肘の位置を求めるには、肘が持つ自由度を一意に定める必要がある。そこで、以下の方法で肘の位置を求める。

- Step 1.** 肩  $P_0$ , 肘  $P_1$ , 手首  $P_2$  の3点を通る平面を作り、縦軸  $a$ , 横軸  $b$  を決定する (図4:左)。
- Step 2.** 平面上での肘の自由度が2点となり、肩から肘への角度が  $\pm\theta$  で求められる。
- Step 3.**  $\theta$  を一方に固定することで、肘の位置を決定する (図4:右)。

この方法では肘の位置を、あらかじめ決定した平面上に置くことで一意に定めている。その後、肩の向きと肘の向きを肩と手首の線分を軸に回転させることで、肘を任意の位置に決められることができる。

前節の操作と同様に、マウスのドラッグ操作に対応する矢印とリング、球体の3つのオブジェクトを作成した。矢印は肘、膝の曲げ伸ばしを行う操作 (図5:上段)、リングは肘、膝の角度を変えずに肘、膝の位置を回転させる操作 (図5:中段)、球は肘や膝の角度を変えずに先端の関節を移動させることで、腕や脚全体の向きを変える操作 (図5:下段) に対応している。

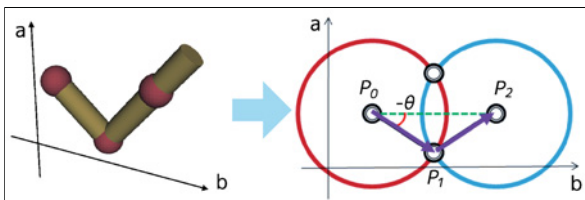


図4 曲げ伸ばし操作

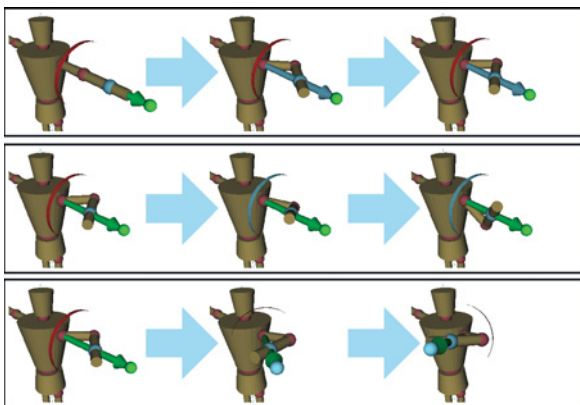


図5 曲げ伸ばし操作のためのオブジェクト

### 4 仮想人形のポーズの記録と再生

仮想人形のポーズにおける各関節の属性値をファイル化することで、ポーズの記録、再生機能を実装する。記録したポーズを再生することで、即座にポーズの再現が可能となる。一例として、ラジオ体操 [3] のはじめの動作における瞬間毎のポーズを設計して、それらを続けて再生することで、一連の動作としてポーズ確認を行うことも可能となった (図6)。

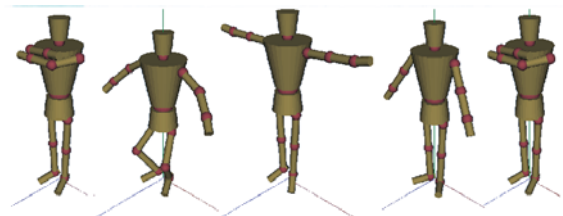


図6 一連のポーズ群の例

### 5 ポーズの自動推定

単一あるいは複数方向から撮った画像の人物を抽出し、その人物のポーズを推定して仮想人形に反映させる。これはあらかじめ設計したいポーズに近い状態にすることで、初期状態からのポーズ設計よりも素早い設計が可能となる。画像から関節の座標を推定した後、先に述べた曲げ伸ばし操作と同様に各関節の座標から向きを推定する。

自動推定による大まかな設計を行った後、先に述べた操作手法によって細かな設計を行うという順序で、効率的なポーズ設計を実現していく。

### 6 おわりに

本稿では、3DCGで表現された仮想人形に対し、関節を自由に動かすインターフェースの実装およびこれを用いた仮想人形のポーズ設計について述べた。提案手法により仮想人形に対して、マウスを使用した直感的な操作で自由にポーズ設計を行うことが可能となった。また、記録、再生機能やポーズの自動推定機能により、ポーズの保存、大まかなポーズ再現を実現し、初期状態からの設計よりも効率的な設計が可能となった。

今後は関節数を増やすことで、より細かなポーズ設計を実現するとともに、ポーズ推定の精度向上を図る。また、GUIの実装から、より直感的な操作方法への改良、検討を行う。

### 参考文献

- [1] 床井浩平, “ GLUT による「手抜き」OpenGL 入門, ” <http://www.wakayama-u.ac.jp/tokoi/opengl/libglut.html>
- [2] 中田亨, “ 四元数で回転入門, ” <http://www015.upp.so-net.ne.jp/notgeld/quaternion.html>
- [3] “ ラジオ体操 (第1・第2), ” [http://pid.nhk.or.jp/event/taisou/img/radiotaisou1\\_2.pdf](http://pid.nhk.or.jp/event/taisou/img/radiotaisou1_2.pdf)