

直感的 3D キャラクター動作生成手法の一検討

今野 瞳[†] 青木 輝勝[‡] 沼澤 潤[‡]東北大学工学部[†] 東北大学電気通信研究所[‡]

1. はじめに

従来のアニメーションの制作手法は、膨大な費用や手間を必要とし、個人や少人数が短時間で制作することは容易ではなかった。特に 3 次元コンピュータグラフィックスの分野でその傾向が顕著であり、制作はプロダクションレベルの設備を必要とするため、個人レベルでのアマチュアへの普及がほとんどなされて来なかった。

3 次元コンピュータグラフィックスは一般にモデリング、レンダリング、アニメーション（動作生成）などの分野から構成されるが、動作生成を個人レベルで行うには、より効率的、直感的、インタラクティブに作業ができることが要求される。個人レベルでの動作生成の代表的な手法は線形補間によるキーフレーム法であるが、多くの手間を必要とし、また直感的な作業ができず、作業は非効率的である。本研究では、キャラクターの自発的な動作を、視覚的に分かりやすくかつインタラクティブに生成することを目的とした、新たな補間方法を提案する。

2. 関連研究

線形補間を用いたキーフレーム法のより効率的な動作生成について、これまで幾つかの研究が行われてきた。近藤らの研究では、弾性体に対してキーフレーム法に物理シミュレーションを合わせた手法を提案している^[1]。五十嵐らの研究では、ユーザーによる操作をそのまま実時間で記録して動作生成するための手法として、空間的キーフレーム法を提案している^[2]。これは、キーフレームに加えてユーザーが動かすハンドルによりキャラクターの姿勢を補間する手法をとる。しかし、[1]はキャラクターの動作生成に適しておらず、また[2]はボーン（骨）を使用しないため、人体を模したキャラクターの動作生

成を対象としていない。

3. 矢印動作補正手法の提案

3.1 前提条件

本手法ではキャラクターとして、3 次元でモデリング・レンダリングされ、なおかつ階層化され、駆動可能な関節角が設定されているオブジェクトを読み込むことを想定する。ユーザーはこのキャラクターの骨をドラッグ操作で動かすことで姿勢を設定し、2 つのキーフレームを作成する。これらキーフレームの間をはじめに計算機が線形補間して矢印を自動生成し、ユーザーがその矢印を修正という形を取ることで、効率的に非線形的な動作を生成できる。ユーザーは作業の都度部位の骨を選択し（またはあらかじめ選択され）その後その部位に対応する矢印を修正する。視覚的、直感的に分かりやすいよう、線形補間によって自動生成される矢印に以下のような制限を課す。

3.2 矢印に関する規則

- 選択されている部位は、色を変えて表示する。その際ボーンは最前面に不透明で表示され、マッスル部分は半透明の色を乗せて表示される（図 1）。
- 矢印は主に選択された部位の頂点（体の中心から最も遠い点）の動作経路が書かれる。
- 矢印の速さを矢印の太さで表現する。速い部分は細く表現する。よって、急に速度を変化させることはできない。速度はユーザーの操作のみで制御され、計算機が作成する段階の矢印は速度一定とする。
- 軸回転は、その部位の表面（骨の頂点以外）に矢印を書くことで表現する。
- 全身移動は、全身を選択するか、またはキャラクターが立っている面（x-z 平面）に太く平面的な矢印を書くことで表現する。

3.3 周辺環境

ユーザーが矢印を修正操作する場合の、付加機能について以下に記す。

- 時間軸は、別ウインドウに表示する。フレ

「A study on intuitive action generation method for 3D character」

[†] 「Hitomi Konno・School of Engineering, Tohoku Univ」

[‡] 「Terumasa Aoki・RIEC, Tohoku Univ」

[‡] 「Junji Numazawa・RIEC, Tohoku Univ」

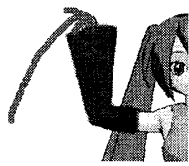


図 1. 腕を上げる動作

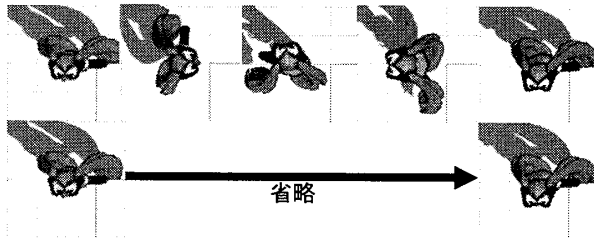


図 2. 線形補間と提案手法

ームを横軸とし、部位ごとに矢印が描かれる。ユーザーがこの矢印の長さを修正することで、動作速度を制御することもできるが、一つの矢印中の速度変化は上記の太さでのみ制御可能で、時間軸ウィンドウでは制御できない。

- 視点は、x-y 平面・y-z 平面、z-x 平面から、それぞれの平面について正負からの、6 面からの調整をする。また、ズームイン・ズームアウト機能により、細部の複雑な動作や全身移動などに対応する。
- 矢印のコピー・ペースト・反転ペーストの付加機能により、反復する動作・左右対称の動作を作成可能にする。

3.4 エラー処理

矢印が実現不可能な位置に書かれた時は、キャラクターにあらかじめ付随したボーンにより、関節の角度なども含めて実現可能な範囲で最もその点に近い距離にある矢印を計算し、自動修正することを繰り返し、新たな矢印を書く。また、エラーにより自動修正したことを告知する。

軸回転できない部位に軸回転矢印が描かれた場合は、エラーの告知のみで矢印は表示しない。

4. 矢印動作補正手法の評価

提案手法を用いることにより、キーフレームの枚数がどの程度削減できるかの検証を行った。

線形補間の場合の検証の際にツールは MMD(Miku Miku Dance)バージョン 2.02 を使用した。ユーザー側がいくつかのフレームを作成し、その間を計算機によって自動線形補間される。フレームレートは 30fps に設定した。提案手法の方には、線形補間で作成したフレームの内から最低限必要なフレームを選び、そのフレームに

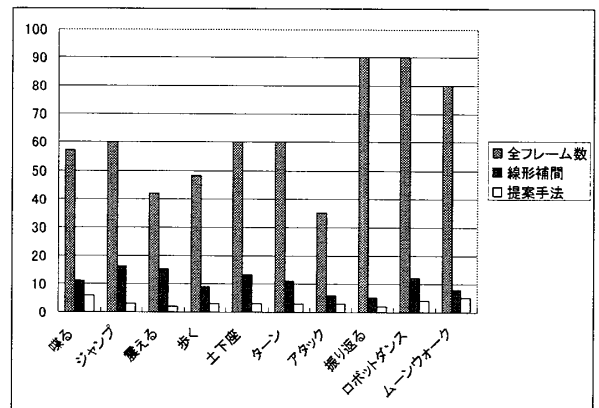


図 3. 線形補間と提案手法の必要キーフレームの枚数

矢印を書き込んだ。

必要なフレーム数の比較を図 3 に示した。生成した動作はグラフ中の 10 種類である。ターンを例にとると、線形補間では 5 枚のキーフレームを必要とするのに対し、提案手法の場合は、2 枚のキーフレームと矢印による補正のみで生成できるため、線形補間より 3 枚少ないフレーム数で同様の動作を作成できた (図 2)。

今回作成した全ての動作において、図 3 から提案手法は線形補間に比べて必要なフレーム数が少ないことが解る。特に、全身運動や円を伴う動作、複数の部位が時間差で動く場合について、この傾向が顕著であった。また、動作時間が長くなるほど、部位が多くなるほど、提案手法の方がより必要なフレーム数が少なくなっている。しかし、「喋る」など部位を高速で細かく動かす動作では、線形補間と提案手法に大きな差は見られなかった。

5. 結論

本稿では、キーフレーム法の効率的でインタラクティブかつ直感的に動作生成するための新たな補間方法として、矢印による動作生成手法を提案した。実際に動作生成して必要フレーム数を比較し、提案手法の効率性を示すことができた。

今後の課題としては、この手法に読み込むキャラクターを生成するための、自動骨作成技術の研究をしていく必要がある。

文献

- [1] 近藤亮、金井崇、安生健一、"物理指向補間による弾性体アニメーションの制御手法"、グラフィクスと CAD / Visual Computing 合同シンポジウム 2005
- [2] 五十嵐健夫、"空間的キーフレーム法によるキャラクターアニメーション"、インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ X (日本ソフトウェア科学会 WISS 2002)