4ZF-01

セルアニメーションのための モーションキャプチャデータからの動作生成

小六 優依　　藤代 一成
慶應義塾大学 理工学部情報工学科

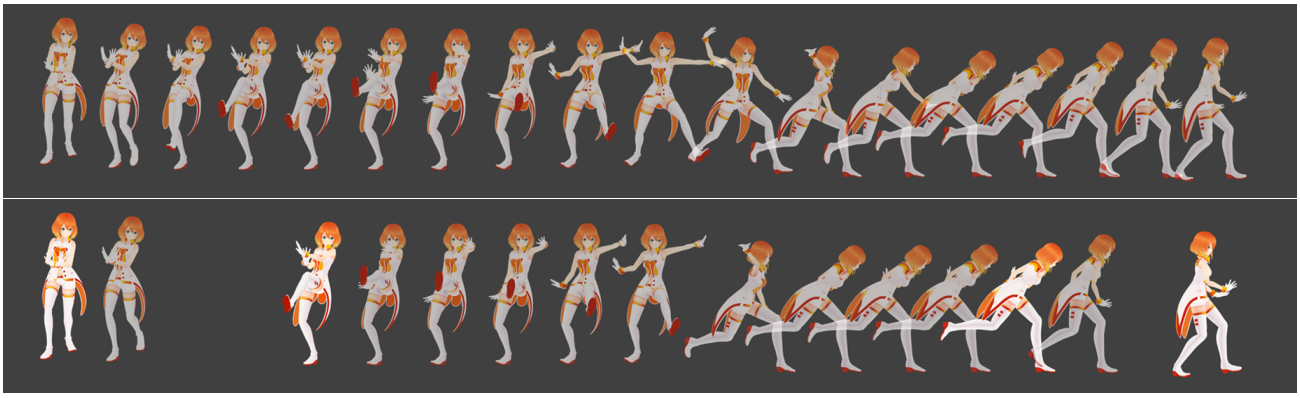

図 1: 投球動作に対する本手法の適用結果．入力したモーションキャプチャデータの 3 フレームごとのポーズ（上段）と本手法による生成データ（下段）．キーフレーム間の描画枚数の調整と速さの変化によって動作が強調されている．

1　背景と目的

セルルックは，3DCG におけるヒューマンキャラクタをセルアニメーション（以降，セルアニメ）のような手描きらしい外見で表現するために，しばしば用いられるレンダリング手法である．しかしセルルックをアニメーションで用いる際に，モーションキャプチャなどの 3D データからキャラクタの動作を生成する場合，外見の 2D 性との次元差異により違和感が生じてしまう．

そこで本研究では，セルアニメで確立された技法に基づき，モーションキャプチャデータから 3D 性を緩和した動作を生成する手法を提案する．セルアニメは，動作の省略や速さの変化による強調により，現実動作とは異なる質感をもたらしている．これをふまえ，本手法ではモーションキャプチャデータのポーズ描画枚数を減らすことで動作を省略しながら，強調を実現するのに最も効果的なポーズを選択し，セルアニメらしい動作を再現する．

主に日本のセルアニメでは，単一の画像を数フレーム連続で描画する，リミテッドアニメーションが用いられている．文献 [1] では，モーションキャプチャデータから動作の速いフレームを削除することでリミテッドアニメーションの表現技法を模倣している．本研究ではこの手法を拡張し，動作の速いフレームの前後を遅くする，タメとツメとよばれる効果をさらに加えることで，よりセルアニメに好適な動作を実現する．**図** 1 にタメとツメの効果を加えた動作の生成例を示す．

Motion Generation from Motion Capture Data for Cel Animation
Yui Koroku, Issei Fujishiro
Department of Information and Computer Science, Keio University

2　概要

提案手法はセルアニメの制作手順に倣い，先に原画を定義し，後から中割りを作成するポーズトゥポーズ (Pose to Pose) を採用している．まずモーションキャプチャデータを 24 fps にダウンサンプリングしたうえで動作を解析し，原画となるキーフレームを複数枚抽出する．次にカメラで撮影した画面上で動作を解析し，キーフレーム間の描画枚数と動作の速さを調整し，描画するポーズを決定する．描画については，セルアニメで用いられるリミテッドアニメーションの技法に倣い，原則として 3 フレーム連続で同一のポーズを描画する．

3　手法

モーションキャプチャデータの動作解析およびキーフレームや中間動作の生成過程について詳説する．

3.1　動作解析

フレーム間の動作距離は，左右の腕と足の 12 関節ごとの移動距離の総和によって求める．関節位置は 3D の空間座標と 2D の画面投影座標によって表せるため，キーフレーム抽出では空間座標を，中間動作生成では画面投影座標をそれぞれ使用する．隣接 2 フレームのポーズ間の動作距離を速さと定義して，動作を解析する．

Copyright ©2022 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

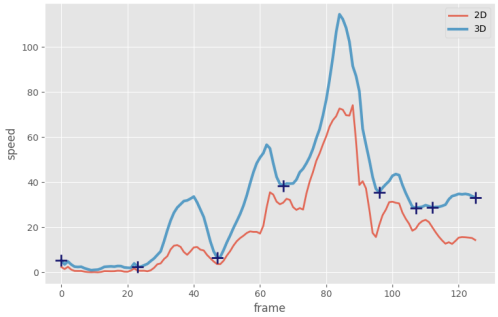

図 2: 入力した動作の速さの推移を表すグラフ．抽出したキーフレーム位置を+で示している．速さが小さいフレーム区間では描画枚数が省略される．

3.2 キーフレーム抽出

本手法におけるキーフレームは，一連の動作を短い動作の連続とみなして分割した際の，区切り位置となるフレームと定義する．そのため，空間座標における速さが局所的に小さいフレームを抽出するアルゴリズムを設計した．

動作がほとんど発生しないフレーム区間では，局所的に速さが小さいフレームが複数枚抽出されてしまう．そこで速さが小さい区間を停止区間とするための前処理として，余分なキーフレームを排除し，区間の両端にのみキーフレームが残るようにする．**図** 2 に示すように，速さが小さい区間では，その両端にのみキーフレームが抽出されていることが確認できる．

3.3 中間動作生成

中間動作は，前項で抽出したキーフレーム間の速さ分布に応じて異なる生成手法をとる．

キーフレーム間の動作が遅い場合，ポーズの描画枚数が多いとポーズ間の動作距離が小さくなるため，動作が滑らかに見えてしまい，2D 性が損なわれてしまう．そこでキーフレーム前後では，画面投影上で十分な動作が発生するまでキーフレームのポーズを停止ポーズとして描画することで，動作領域と描画枚数を制限する．動作を描画するフレーム区間では，3 フレームごとに最も速さが小さいフレームのポーズを描画する．ここで動作の速さが小さく，3 フレームごとの描画でも動作が滑らかになってしまう場合，6 フレームごとに同一のポーズを描画するように変更する．また前項で停止区間とみなしたキーフレーム間では，全フレームに同一のポーズを描画することで，小さい動作の発生を防ぐ．

キーフレーム間の動作が速い場合，速さの変化を強調するために時間的タイミングを調整する．セルアニメにおける速い動作は，中間となる動作を大幅に省略し，仮現運動とよばれる心理的現象を利用して表現される [2]．これを表現するために，速さが最大となるフレームを含む一定区間を削除し，中間動作を省略する．削除したフレーム区間の描画については，直前と直後の動作を低速になるように割り当てることで，タメとツメの効果を加える．このとき仮現運動が発生した直後の動作は知覚しづらくなるため，ツメを表現するポーズ数が多くなるように調整する．

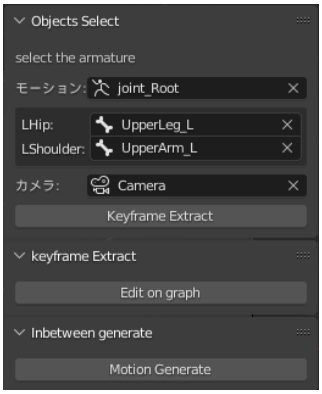

図 3: 入力画面におけるオブジェクト選択．モーションキャプチャデータとカメラオブジェクトを画面上で選択することで，動作の解析と生成を行う．

4 結果

モーションキャプチャデータは CMU Graphics Lab Motion Capture Database [3] で公開されているものを，3D モデルはミライ小町 [4] を用いた．**図** 3 に開発したユーザインタフェースを用いたデータ入力画面を示す．入力動作の骨構造とカメラオブジェクトを選択することで適切な関節のみ座標を抽出し動作を解析した．

図 1 に，投球動作における入力動作と出力結果の一部を示す．速さの大きさごとにポーズの描画間隔を変化させたことで，小さい動作のぶれと滑らかな動作の発生が防止された．さらに高速動作のタイミングが調整され，速さが強調された結果が得られた．

5 結論と今後の課題

本稿ではモーションキャプチャデータの描画枚数を減らし，動作の速さを変化させることで，セルアニメの動作を再現する手法を提案した．

今後の課題としては，動作軌道上での移動距離を定義し，中間動作の移動距離を等間隔に指定できるようにすることで，セルアニメ制作における 2D 的な直観性を実現することを検討していきたい．また本手法によるセルアニメらしい動作の再現性と操作性に関して評価実験を行い，本手法の有用性を検証したい．

謝辞

本研究の一部は，令和 3 年度科研費基盤研究 (A)21H04916 の支援により実施された．

参考文献

[1] 北村 真紀, 金森 由博, 三谷 純, 福井 幸男, 鶴野 玲治: リミテッドアニメ風表現のためのモーションタイミング調整法, 情報処理学会研究報告, Vol. 2013–CG–153, No. 24, pp. 1–6, 2013.

[2] 今間 俊博, 齋藤 隆文, 神谷 由季: CG 化を妨げるアニメにおける動きの記号化, 情報処理学会研究報告, Vol. 2011–CG–144, No. 2, pp. 1–7, 2011.

[3] CMU Graphics Lab Motion Capture Database, http://mocap.cs.cmu.edu/

[4] ミライ小町, Bandai Namco Research Inc., https://www.miraikomachi.com/

Copyright ©2022 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.