

I-049

3D キャラクターアニメーション作成支援のための人物動作推定

Human Motion Estimation for 3D Character Animation

水野 克哉† 柏崎 礼生† 高井 昌彰‡ 高井 那美*
Katsuya Mizuno Hiroki Kashiwazaki Yoshiaki Takai Nami Takai

1. はじめに

近年、youtube[1]やニコニコ動画[2]といった映像作品公開の場の拡充や、個人が所有するコンピュータの性能向上により、個人による様々な作品制作活動が盛んになってきている。その中でも、好きな曲に対して好きな3Dキャラクターを用いたPromotion videoや、好きな3Dキャラクターに色々な動作をさせる動画、すなわち3Dキャラクターアニメーションを作成し公開することが流行している。

しかし、3Dキャラクターアニメーションの作成過程において、キャラクターのモーションを作成するという作業は熟練を要し、3Dキャラクターアニメーション作成の初級、中級者にとっては非常に困難であるという現実がある。このような敷居の高さは作品製作に対するモチベーションの低下が起こし、潜在的なクリエイターの減少に繋がると考えられる。

そこで本研究では、3Dキャラクターアニメーション作成の初級、中級者に対してモーション作成を簡易化することで、3Dキャラクターアニメーションの作成支援を行うことを目的とする。すなわち、ユーザが撮影した2次元人物映像を入力として与え、映像に映っている人物動作の推定を行い、モーションデータを出力するシステムを構築する。本システムは3Dキャラクターアニメーション作成の初級、中級者の作品製作に対するモチベーションを高め、ひいては日本のコンテンツ産業を支える若者の増加に貢献するものとする。

2. システムの概要

2.1 入力映像の定義

本システムが対象とする入力映像は、単眼カメラで撮影された映像であり、以下の条件を満たすものとする。
①最初のフレームは背景のみ。②人物は一人のみ。③人物は最初に初期姿勢をとる。④体全体が光軸方向に移動するような動作がない。

2.2 システムの流れ

本システムの流れはFig.1のようになる。

まずユーザは単眼カメラで撮影された映像を入力する。次にユーザは映像において初期姿勢をとっている人物に特徴点を17点指定する。この特徴点が人物の各関節位置となる。以上の入力をユーザが行った後、システムは人物の動作を推定し、モーションデータを出力する。

なお、出力するモーションデータのフォーマットには、

†北海道大学 大学院情報科学研究科, Graduate school of Information Science and Technology, Hokkaido University

‡北海道大学 情報基盤センター, Information Initiative Center, Hokkaido University

*北海道情報大学, Hokkaido Information University

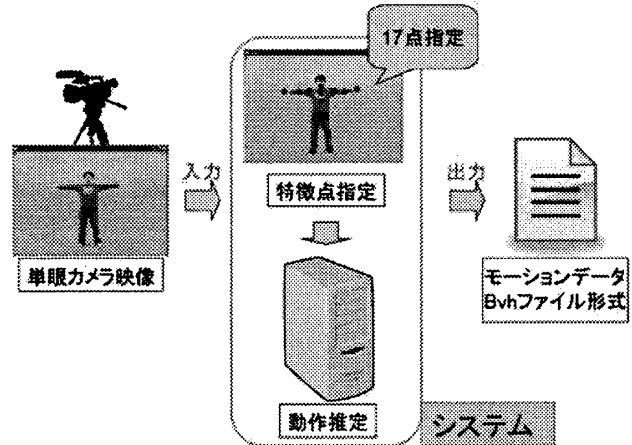


Fig.1 人物動作推定システム

モーションデータを格納するための代表的なファイルフォーマットである Bvh ファイル形式を用いる。

2.3 動作推定

動作推定の流れは以下ようになる。各処理は、人体領域を頭・胴体領域、腕領域、脚領域に分け、この順に行う。

1. ユーザが入力した特徴点から人物のボーンデータを作成する。人物のボーンデータは、腰ノードをルートノードとした木構造で表現されており、各ボーンの長さ、各フレームにおけるモーションデータ(各関節ノードの回転量、ルートノードの平行移動量)を保持する。
2. 映像の毎フレームについて、以下の処理を繰り返す。①背景差分により人物シルエットを作成し、その重心と慣性主軸を求める。②肌色領域を抽出しそれぞれ手、顔と対応付ける。③ L_i-s 極大値を求め、それぞれ手、足先に対応付ける。④特徴点の2次元座標を推定する。⑤特徴点の3次元座標を推定し、モーションデータを計算する。

なお L_i-s 極大値とは、人物シルエット画像の輪郭線上の点列 s について、重心との距離 g_i と頭頂部との距離 p_i による以下の計算式で求まる L_i-s 曲線の極大値のことである。

$$L_i(s) = \sqrt{p_i^2 + g_i^2}$$

L_i-s 極大値となる輪郭部分は、手、足先といった突出した部分と対応するという性質がある[3]。

2.3.1 特徴点の2次元座標推定

頭・胴体領域の特徴点は、フレーム間の重心の移動量分平行移動させ、慣性主軸の回転量だけルートノードを中心に回転させる。また、手、足先特徴点は、オブティカ

ルフロートラッキングを行って得た特徴点を、肌色領域、 $L_i - s$ 極大値を用いて Fig.2 のように修正する。肘(膝)特徴点は、オプティカルフロートラッキングを行って得た特徴点について、肩(股関節)特徴点、手先(足先)特徴点との長さが、それぞれ上腕(上腿)ボーンおよび下腕(下腿)ボーンより長くならないように修正する。

2.3.2 特徴点の3次元座標推定

頭・胴体領域の特徴点は、映像の人物が光軸方向に移動しないという制約があるため、奥行き方向の座標値を 0 とする。腕、脚領域の特徴点は、映像が平行投影であるとみなし、各ボーンの長さとしてボーンの両端となる推定特徴点間の距離から三平方の定理を用いて計算する。

2.3.3 モーションデータ計算

頭・胴体領域において、ルートノードの平行移動量、及び回転量を、2.3.1 での手法と同様に人物シルエットの重心、慣性主軸の傾きから計算する。

腕、脚領域については、逆運動学の手法の一つである LimbIK[4] を用いて各特徴点の回転角度を計算する。LimbIK は Fig.3 のように R1 関節と R2 関節の座標から Ry 関節の回転量を計算し、swivel 角を変化させたときに Ry 関節が描く軌跡を求める。swivel 角を与えることで R1 関節の回転量を計算することができる。本システムの現在の実装では swivel 角を常に 0° に設定している。

3. システムの実装と実行結果

システムを評価するために、背伸びの運動(ラジオ体操第一より)、足踏み、コマネチ、腕が大きく動く動作、ダンスのような動作の映像を本システムに入力し、モーションデータを出力した。そして、システムが出力したモーションデータを RokDeBone2[5] を用いて 3D キャラクタに適用し、3D キャラクタアニメーションを作成した。動作推定の結果を Fig.4 に示す。

Fig.7 から、本システムにより概ね正確に動作推定が行われたことがわかる。しかし、動作 D(Fig.4(d))のように人物の肌色領域(手、顔)が重なっている場合や、動作 E(Fig.4(e))のように脚が交差している場合には動作推定を失敗している。これは、手、顔と肌色領域の対応付けの

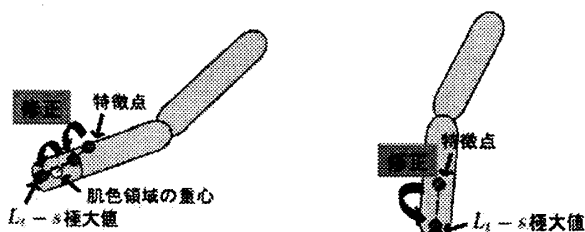


Fig.2 腕および脚領域の特徴点の修正 (左: 腕, 右: 脚)

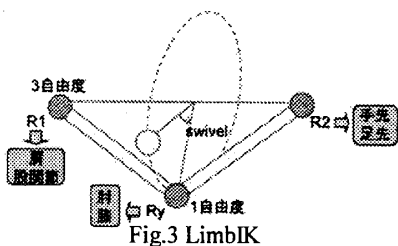


Fig.3 LimbIK

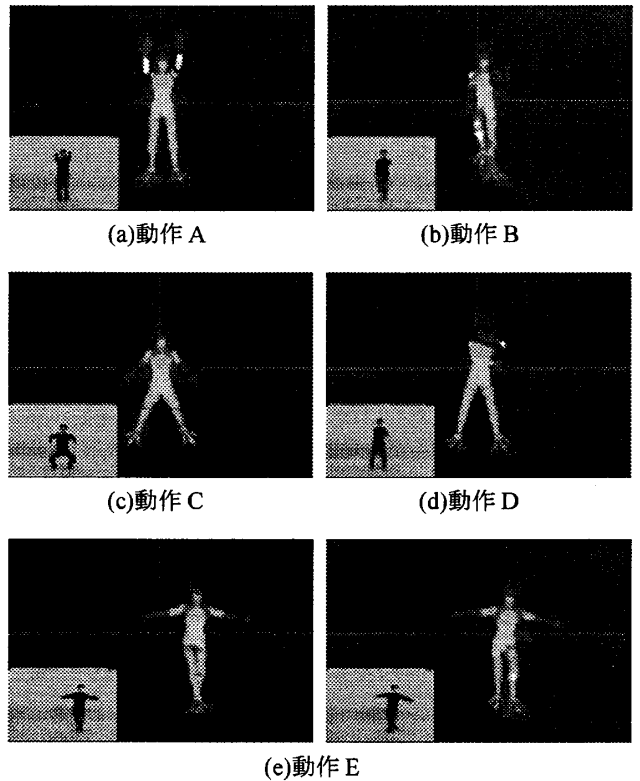


Fig.4 動作推定結果

失敗や自己遮蔽対策が不十分であることが原因であると考えられる。また、動作 C(Fig.4(c))では肘、膝の向きが正しく推定されていない。これは、2.3.3 において swivel 角を固定しているためである。

なお本システムの実装は、開発言語に C++ 言語を、画像、動画処理に OpenCV, DirectX9 を使用した。また、CPU: Intel Core2 Quad CPU 2.66Ghz, メモリ: 2GB, GPU: NVIDIA Quadro FX 4500 の PC 上で本システムを実行したところ、動作速度は約 5fps となった。

4. まとめと今後の課題

本稿では単眼カメラで撮影された映像から、映像に映っている人物の動作を推定、出力するシステムについて述べた。

今後、対応する動作の増加や、各特徴点の推定精度の向上により動作推定の完成度を高め、またユーザがシステムの推定ミスを手軽に修正できるようなインターフェースを用意することにより、実用性の高いシステムを目指す。

参考文献

[1] YouTube, <http://jp.youtube.com/>
 [2] ニコニコ動画(SP1), <http://www.nicovideo.jp/>
 [3] 高橋和彦, 坂口竜己, 大谷 淳: “実時間非接触非装着型3次元人物姿勢推定法に関する一考察”, 電子情報通信学会論文誌D-II, Vol.J83-D2, No.5, pp.1305-1314 (2000).
 [4] D. Tolani, A. Goswami, and N. Badler, “Real-time inverse kinematics techniques for anthropomorphic limbs”, Graphical Models 62(5), pp. 353-388, 2000.
 [5] RokDeBone2, <http://www.5d.biglobe.ne.jp/~ochikko/rokdebone.htm>