

CG キャラクタの身体運動理解のための抽象化と可視化

中内悠太^{†1} 曾我麻佐子^{†1}

概要: 本研究では、3次元モーションデータをCG キャラクタに適用して再生するとともに、その動作の特徴をCG で表現して可視化する手法を提案する。具体的には、重心のバランスを見るために、支持基底と体重心の関係を面や線で表示する。また、動きを抽象化するために、大まかな動きがわかるスプライン曲線を生成して一定時間表示する。可視化手法の妥当性を検証するため、本手法と簡易的な手法で算出した支持基底の比較を行った。

1. はじめに

近年、動作のブレンドや AI による動作の生成が容易になってきているが、運動学的に不可能な動作が生成されることや、複雑さが増すことで動きの理解や解釈が難しくなるという問題がある。そこで本研究では、ダンスの創作やクリエイターによるコンテンツ制作における人体動作の理解支援を目的とし、姿勢および動作の特徴を 3D 空間で可視化する手法を提案する。

身体特徴量の可視化に関する研究として、CG アニメーションのキーポーズの作成支援を目的とした重心可視化システムの開発[1]が行われている。この研究では、CG キャラクタの体格を考慮した重心位置を算出している。しかし、姿勢の安定性は体を支える面によって大きく変化する。本研究では、体を支える支持基底と重心の両方を様々な CG キャラクタや姿勢に適応して可視化する手法を提案する。また、身体動作を線で可視化するものとして、全身のポーズの勢いをアクションラインとして線で表現する研究[2]も行われている。しかし、アクションラインは特定のフレームでの姿勢に対して用いられる手法であり、動作全体の流れを追う線ではない。動きの流れを可視化するものとして、パスに沿って全身の動きを生成する研究[3]も行われている。本研究では、動きの趣旨だけを表現することや、動作のイメージを掴みやすくするため、モーションデータから大まかな動きのわかるスプライン曲線を生成して表示する手法を提案する。身体の部位とタイミングを制御することで動作の特徴を抽象化して表現する手法を検討する。

2. 可視化手法

本研究では、姿勢のバランスを把握しやすくすることを目的とした支持基底の可視化と、複雑な人体動作を簡略化して視覚化することを目的とした、スプラインにより動作を抽象化する手法を提案する。

2.1 支持基底

支持基底は体を支える接地面とその間から構成される面であり、接地している面の外周を覆うように形成される。

本研究では、ギフト包装法を用いて支持基底を生成する。

まず、地面との接地面を把握するため、CG キャラクタの手や足に仮想マーカを配置する。仮想マーカの位置と個数は任意に決めることができ、仮想マーカの中から閾値以下のものを地面に接地しているマーカとしてリストに格納し、支持基底の候補頂点群 P とする。 P から凸包を構成する頂点群 $P'(P'_0, P'_1, \dots, P'_n)$ を求める。水平成分を xz 平面としたとき、 P の中から x 成分が最小かつ z 成分が最小の頂点を凸包の最初の点 P'_0 とする。 $k+1$ 個目の凸包の点 P'_k から凸包を構成する次の点 P'_{k+1} は図 1(1)に示すように P'_k を始点、青い点で表した点群 P 内の他の候補頂点を終点とするベクトルのうち、最も左の候補頂点となる。これを図 1(2)に示すように $P'_{k+1} = P'_0$ になるまで繰り返すことで凸包を求める。

本手法ではモーション再生中、毎フレーム凸包を求めることでリアルタイムに支持基底を表示することができる。

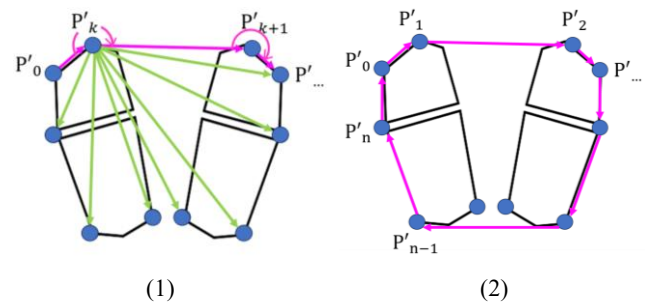


図1 仮想マーカと凸包走査

2.2 動作の抽象化ライン

動作の抽象化ラインは3次元モーションデータをCG キャラクタで再生するとともに、図2に示すように一定時間おきに制御点を生成することで動作に合わせたスプラインをリアルタイムに描画する。ここではCG アニメーションに用いられ、制御点が曲線上にある Catmull-Rom スプラインを用いる。制御点を生成する関節の位置と生成する時間間隔は任意に変更できるようにした。図3に動作の抽象化ラインの描画例を示す。描画例は全てバレエの回転運動で、

^{†1} 龍谷大学

(1)は左手を対象に 0.1 秒間隔, (2)は左手を対象に 0.2 秒間隔, (3)は腰を対象に 0.1 秒間隔で制御点を配置し, 動作の抽象化ラインを生成したものである。

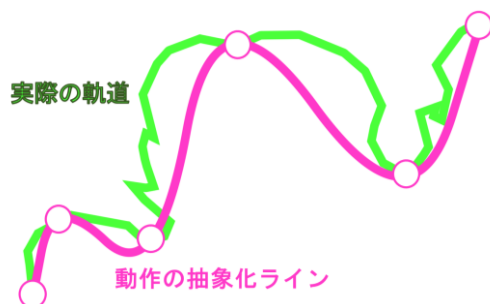
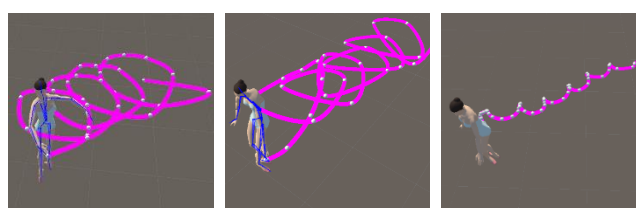


図2 動作の抽象化ラインのイメージ



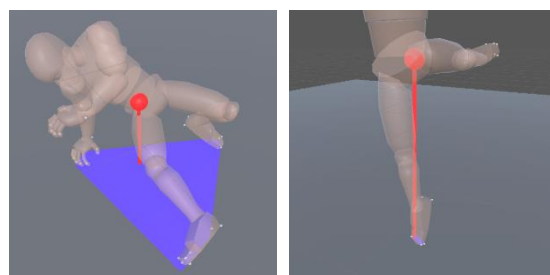
(a)左手・0.1 秒 (b)左手・0.2 秒 (c)腰の中心・0.1 秒
図3 スプラインによる抽象表現

3. 実行例と応用例

支持基底の広さや重心からの垂線(重心線)を含めた可視化によって姿勢の安定性を表すことができる。図4に応用例として支持基底と重心を可視化した例を示す。図4の(a)は片手と両足で体を支える動き, (b)はクラシックバレエのつま先立ちの動作に適用した例である。重心は基礎運動学[4]を基に人体を15個の体節に分割し, 体節の重心位置および全体重との比率から各体節重心を合成することで算出した。重心線を表示することで各フレームのバランスを確認できる。マーカは足底に5か所とつま先に2か所, 手は指先に5か所, 手首に2か所設置することで片足立位や床に手をつく動作にも対応することができた。

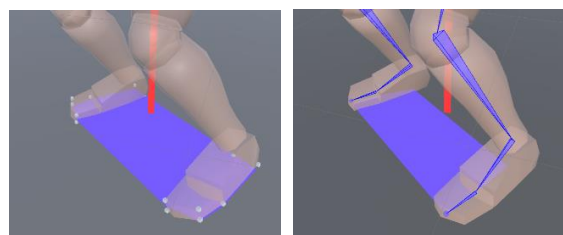
キャラクターのバランスを一目で確認できるため, 不自然な姿勢の検出や, 体格や足幅が異なるキャラクターにモーションデータをリターゲットする際の修正に活用できる。

本手法による支持基底の妥当性を検証するため, 簡易手法として一般的なCGキャラクターが持つ足の3つの関節位置を用いて生成した支持基底との比較を行った。図5に示すように両足立位を維持しながら上体を動かす動作をCGキャラクターに適用し, 支持基底内に重心が収まるフレームの割合を算出した。その結果, (a)の提案手法の割合は100%であったのに対し, (b)の簡易手法では64.8%しか重心が支持基底に収まっていなかった。



(a)片手両足 (b)つま先立ち

図4 支持基底と重心線



(a)提案手法 (b)簡易手法

図5 支持基底の検証結果

4. おわりに

本研究では, 姿勢の安定性を把握しやすくすることを目的とした支持基底の可視化と, 動作の流れを理解しやすくすることを目的としたスプラインによる抽象表現手法を提案し, 支持基底の妥当性の検証を行った。検証の結果, 本手法はCGキャラクターの支持基底を正しく可視化できていることを確認した。

今後の課題として, CGキャラクターが持つ頂点情報やモーションキャプチャで得られる点群データを基にした支持基底の生成, 特徴的なフレームや注目する身体部位の自動抽出による動作の抽象化ラインの生成などが挙げられる。

謝辞 本研究の一部は, 2023年度龍谷大学科学技術共同研究センターによる研究助成を受けて行われたものである。

参考文献

- [1] 小野悠平, 中村陽介, 渡辺大地, 三上浩司: キャラクターの体型を考慮した重心可視化によるキーポーズ制作支援, 映像情報メディア学会技術報告, Vol.41, No.12, pp.213-216 (2017).
- [2] 笹野圭, 北爪剛, 辛慰, 近藤邦雄, 今間俊博: モーションキャプチャデータからのアクションライン生成手法, 図学研究, Vol.41, No.1, pp.197-198 (2007).
- [3] Lucas Kovar and Michael Gleicher and Frederic Pighin: Motion graphs, ACM SIGGRAPH 2008 Classes, No.51, pp.1-10 (2008).
- [4] 中村隆一, 齋藤宏, 長崎浩: 「基礎運動学 第6班」, 医歯薬出版株式会社 (2003).