

セルアニメーションに適した MOCAP データ の編集手法

黒田たから[†] 床井浩平^{††}

本研究では MOCAP データからリミテッドアニメーションに適したデータを、アニメーション作成者の要求に応じて自動的に生成する手法の開発を行った。提案手法はまず、MOCAP データから各身体部位での加速度を求める。求めたデータに前処理としてローパスフィルタによるノイズの除去を行い、それをもとにセルアニメーションにおける原画に相当する原画フレームの抽出を行う。さらに、リミテッドアニメーションにおいて重要な要素となる詰めのために、原画フレームに対する重みづけから中割りフレームを算出する。

An Editing method of MOCAP Data for the Cell Animation

Takara Kuroda[†] and Kohe Tokoi^{††}

We developed a technique to automatically generate the motion data that is suitable for the limited animation according to the animator's demand from the MOCAP data. First, our method computes the acceleration in each body region from the MOCAP data. Next, this method reduces the noise from the data of the velocity by applying low-pass filter and extracts the key animation frames that correspond to the key scenes in the cell animation. Finally, this method calculates the position of each body region at the intermediate-frames from weighted key animation frames in order for filling and in-betweening that are important factors in the limited animation.

1. はじめに

近年、日本の 3DCG 作品において海外作品とは異なる表現を作り出すために、日本文化のひとつであるアニメの技法を取り入れる試みが行われている。日本ではリミテッドアニメーションが主流である。これはフルアニメーションに対して動画の枚数を減らし、動きを簡略化、抽象化する表現手法である。フルアニメーションは 1 秒間の動きを約 24 枚の動画で表現するのに対し、日本アニメは 1 秒間を 8 枚程度の動画で表現するものが多い(1)。日本アニメの場合、部分アニメや中抜きなどにさらに細かな動きを省略することで、動作にメリハリをつける特徴がある。またアニメーションの制作にかかる時間を短縮するため、近年はモーションキャプチャを利用した作品が増えている。モーションキャプチャ (MOCAP) は生身の人間の動きをコンピュータに取り込む技術である。これによりリアルな動きの再現が可能になるとともにアニメーションの制作時間を短縮することができる。

しかし MOCAP により得られる動作データを、そのままリミテッドアニメーションの制作に利用することは難しい。その理由として、MOCAP で取得した動作データ (MOCAP データ) はデータ量が多く、ノイズや揺らぎが含まれているという点が挙げられる。このノイズや揺らぎはアニメーションのディティールとなり動きのリアルリズムの向上に寄与するが、動きの情報量を制限するリミテッドアニメーションではかえって不自然さの要因になる場合がある。またできあがったアニメーションには役者の演技の要素が含まれており、そのためにアニメーション制作者の意図を反映することが難しい。

本研究では、MOCAP データからリミテッドアニメーションに適した動作データを、アニメーション制作者の要求に応じて自動的に生成する手法の提案を行う。まず MOCAP データから各身体部位の時間変化による速度変化を求める。次に求めたデータに対してローパスフィルタによるノイズの除去を行う。そして、ノイズが除去された速度変化から原画フレームと中割りフレームの抽出を行う。最終的に抽出したフレーム以外を削除し、動作の間引きを行う。

2. 関連研究

MOCAP データからリミテッドアニメーションに適したデータを生成するツールに“MoCaToon”がある(2)。MoCaToon は独自のアルゴリズムで動作の間引きを行うツールである。直観的で簡単に動作データの削減を行うことができるがユーザが扱えるパ

[†] 和歌山大学大学院システム工学研究科
Graduate School of System Engineering, Wakayama University

^{††} 和歌山大学システム工学部
Faculty of System Engineering, Wakayama University

ラメータが少ないため、ユーザの意図した動作が生成できるかどうかは MOCAP データに左右される。

動作を間引くためのキーフレームの抽出法として、十河ら(3)や湯川ら(4)の研究がある。十河らは3次元空間上での移動量から、湯川らは回転角度からそれぞれキーフレームの抽出を行っている。どちらの重要な要素なので、これらを組み合わせることでさらに精度の高い抽出法を提案できるのではないかと考える。

誇張表現として、Wang ら(5)は Catoon Animation Filter を用いて信号処理的に曲線を操作することで誇張表現を行う手法を提案した。この手法ではオーバーリアクションや予備動作など誇張に関する重要な動作を簡単に生成することができる。しかし、日本アニメにおいて重要な要素である詰めめのタイミングに関しては考慮されていない。

3. 提案手法

3.1 入力データの形式

本研究では入力データに、光学式のモーションキャプチャを使用して投球フォームを記録した BVH 形式のファイルを使用した。図 1 は実際に動作を取得している様子である。入力データは、23 か所の動作データを 1 秒間に 100 フレーム取得しており、総フレーム数は 496 フレームである。図 2 は、入力データの人間の階層構造を表す。



図 1 投球フォームの取得

動作データは全てオイラー角で記録されている。フレームの抽出には速度情報が必要なため、オイラー角で記録された情報をクォータニオンに変換している。クォータニ

オンは回転の変化を回転軸(x, y, z)と回転角度 w で表す。このうち回転角度 w を用いる。

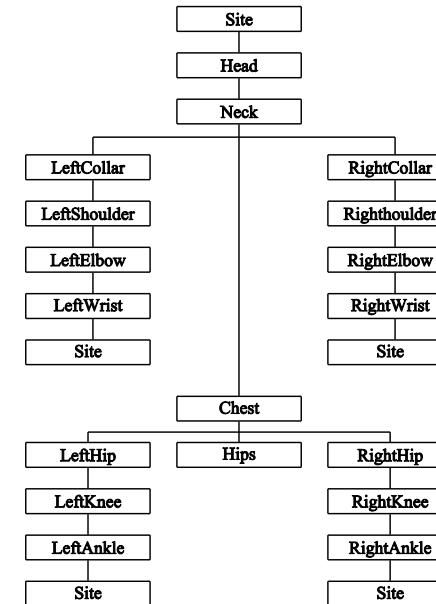


図 2 入力データの階層構造

3.2 ローパスフィルタによるノイズの除去

モーションキャプチャを使用して動作データを記録する場合、体のわずかな揺れなどがノイズとして記録されてしまう。ノイズがある場合速度の細かな変化が起きるため、動作の変化とノイズとの区別がつかず、原画フレームの抽出に悪影響を及ぼす。そこでローパスフィルタを適用してノイズの除去を行う。ローパスフィルタを適用することで、速度の変化を平滑化することができる。

図 3、図 4 は左手首の時間変化に対する速度の変化を表したグラフである。図 3 がフィルタ適用前、図 4 がフィルタ適用後のグラフである。またフィルタの適用範囲によってグラフの滑らかさは変化する。図 4 はフィルタの範囲を 20 に設定した場合である。

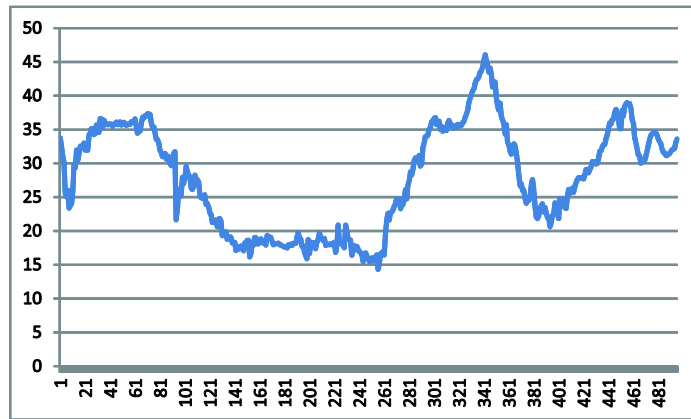


図 3 フィルタ適用前の速度のグラフ

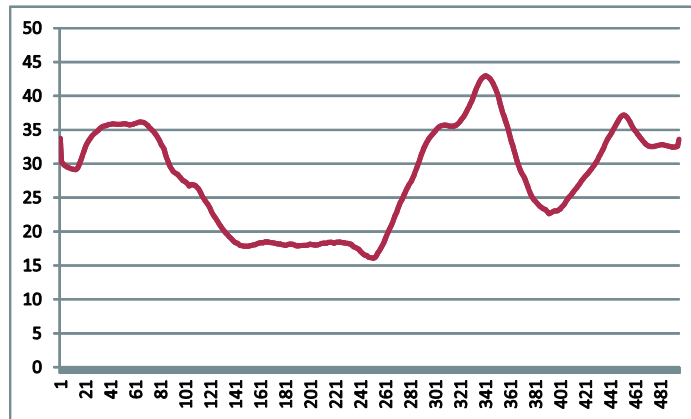


図 4 フィルタ適用後の速度のグラフ (フィルタ適用範囲=20)

3.3 原画フレームの抽出

ノイズを除去したデータから原画フレームの抽出を行う。原画とはアニメにおいて動きの要所(動き始め, 動き終わり, 動作のうち大事なポーズなど)を表した画のことである。本研究は(4)にもとづいて, 次の速度変化パターンにマッチするフレームを原画として取り扱う。

- (1) 減速から定速

- (2) 定速から加速

- (3) 減速から加速

これを全ての部位で抽出する。図 5 の場合, ①は定速から加速, ⑤は減速から定速の動きを表している, ①と⑤が原画である。②, ③, ④は原画の間の動きを表したものであり, どの部位も加速から加速, または加速から減速の動きになっており原画ではない。

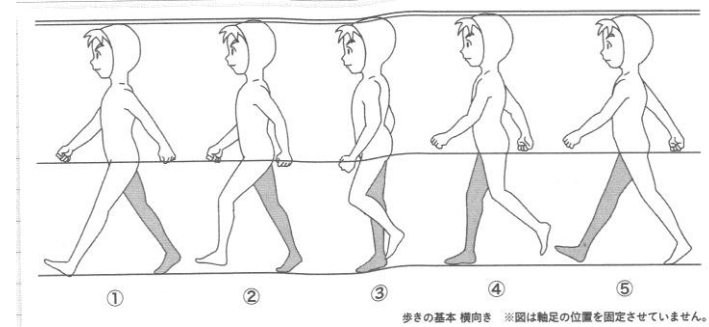


図 5 歩く動作における原画と中割り(1)

計算の順序としてはまず, 速度を差分して加速度を求める。次に各フレームの前後で加速度が次のように変化しているフレームを原画フレームの候補とする。

- (1) 負から正
- (2) 0 から正
- (3) 負から 0

ただし, ローパスフィルタの適用では全てのノイズを除去することはできない。フィルタの適用範囲を広げればよりノイズを減らすことはできるが, 動きのディテールを失ってしまう。そこで原画フレームの候補のうち, 候補のフレームから任意の数のフレーム全てが候補のフレームより速度が大きい場合, その候補のフレームが原画フレームであるとする。図 6 のうち, 青色のグラフは図 4 と同じグラフを表し, 赤色のグラフは左手首において抽出された原画フレーム以外のフレームを削除したグラフである。ただし, 速度については入力データを使用しているため, 縦軸においてずれが発生している。赤色のグラフにおいて, 直角に移動しているフレームが原画フレームである。左手首の場合, 12, 150, 251, 397, 473 フレームが原画フレームとして抽出された。

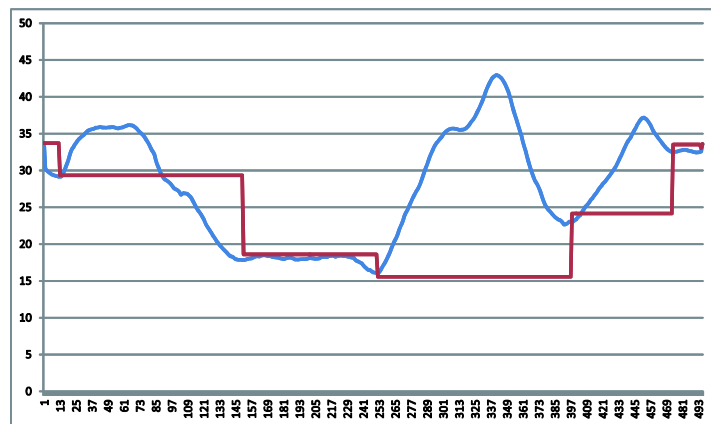


図 6 原画フレーム抽出後のグラフ

3.4 詰めを考慮した中割りフレームの挿入

原画フレームの抽出後、原画フレームへの重みづけを利用して中割りフレームの挿入を行う。中割りは、原画で描かれたポーズの間の動きを表した画である。原画だけでは動きは完成しておらず、この中割りを適切な位置に適切な枚数入れることで動きは完成する。

中割りを入れるときには“詰め”について考えなければならず、これがアニメーションの面白さに大きく影響する。詰めとは、中割りを入れる間隔をどのように調整するかという意味のアニメ用語である。中割りの入れ方には“均等割り”と“加速減速”の2種類がある。均等割りは中割りの間隔を常に一定にする手法で、同じ速度で繰り返し継続的な動きをする動画を作る場合に使用する。詰めを考慮する必要がないため中割り処理が容易だが、アクションのメリハリを喪失してしまう場合があり、アニメの面白さが半減してしまうことがある。逆に加速減速（イーズイン・イーズアウト）は、中割りの間隔を一定にせず、動き始めと動き終わりの移動スピードを考えて中割り処理を行う手法である。物が動くときには、動き始めはゆっくりで、徐々にスピードが速くなり、止まるときは徐々にスピードが落ちてきて止まる。これを表現するには画と画の間を広くまたは狭くし、調整することによって加速や減速を付ける。図7と図8は、AとBを原画としたボールが転がる動きについて、それぞれ均等割りと加速減速で3枚の中割りを入れた画である。均等割りの場合、等速で転がり続けるので無機質な動きになり、自然な動きにはならない。加速減速の場合、本当にボールが転がるように動き始めと動き終わりはスピードが遅く、その間ではスピードが速くなっているように見えるので、より自然な動きに見える。

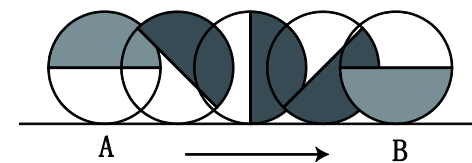


図 7 均等割り



図 8 加速減速（詰めを考慮した中割り）

本研究では、原画フレームに対して重みづけパラメータを設定することで、詰め表現を行う。ここでの重みづけパラメータは、中割りフレームの位置をどれだけ原画フレームに寄らせるかを決定する値である。まず、原画フレームの間に入れる中割りフレームの数を決定する。これはアニメーション製作者が任意に決定する変数とする。次に与えられた中割りフレーム数に対して均等割りを行う。最後に、原画フレームに与えられた重みづけパラメータと、原画フレームの位置、均等割りによる中割りフレームの位置から最終的な中割りフレームの位置を決定する。このとき中割りフレームは、より近くにある原画フレームのパラメータに左右される。ボールが転がる動きの場合、中割りフレームの位置は図9のようになる。ただしこの方法では図10のような場合、均等割りを行ったときに③のフレームが重みづけパラメータによって速度が遅くなっている所に中割りを入れることになってしまう。そこで原画フレームの抽出方法を利用し、速度が以下のように変化しているフレームを抽出する。

- (1) 加速から減速
- (2) 加速から定速

これを壁フレームとする。原画フレームの間に壁フレームがある場合、中割りフレームの位置は、壁フレームと逆方向にある原画フレームの影響を受けるものとする。

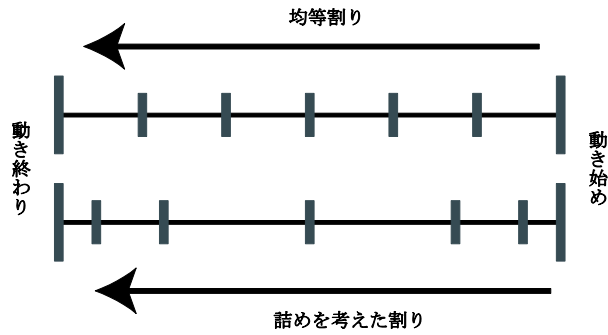


図 9 ボールが転がる動きの中割り

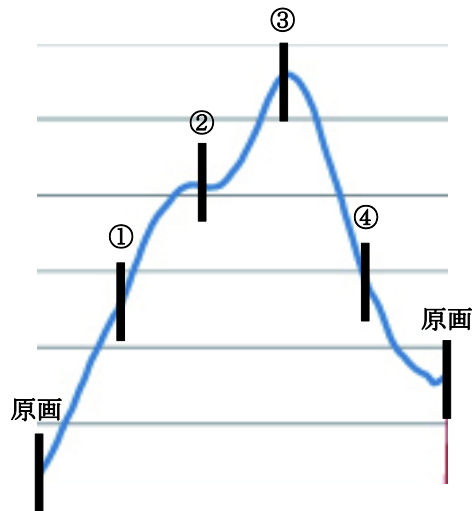


図 10 壁フレームを考慮する例

4. 実験結果

原画フレームの抽出までを行った結果について記述する. 3.1 で説明した入力データに対して, ローパスフィルタの適用範囲と, 原画フレーム抽出時の速度が増加する連続フレーム数を変えた結果, 表 1 に示す結果が得られた. このとき, フィルタ

の適用範囲を大きくしたとしても, 連続フレーム数の変化によって原画フレーム数が変わることから, ローパスフィルタでは完璧なノイズの除去はできないことが分かった. また結果に対し, 抽出した原画フレームがアニメーション制作者の意図した物になっているかどうか評価する方法を検討する必要がある.

表 1 実験結果

フィルタの適用範囲	連続フレーム数	原画フレーム数
10	5	99
10	10	75
20	5	80
20	10	71
30	5	64
30	10	52

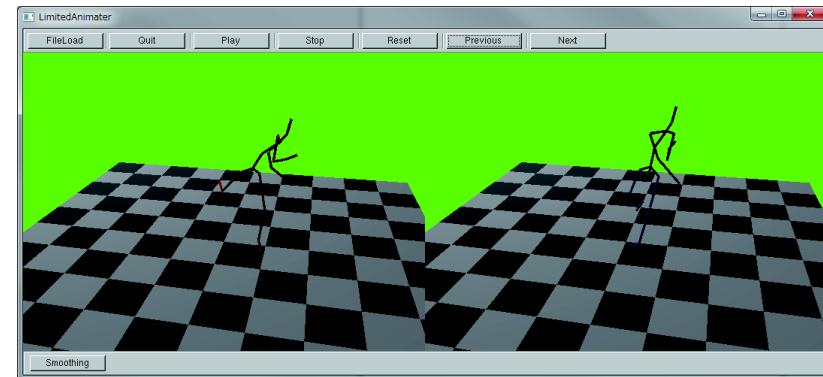


図 11 提案手法を用いた調整ツール

5. おわりに

本研究では MOCAP データからリミテッドアニメーションに適したデータを, アニメーション作成者の要求に応じて自動的に生成する手法の開発を行った. 現在は提案手法の実装段階で, 今後は有効性について評価する手法について考える必要がある. また今後の課題として, ノイズの除去について精度を上げる手法の提案, よりアニメーション制作者の意図を簡単に反映できるように GUI の向上や各パラメータの自動

予測などを行っていく。

参考文献

- 1) 与澤桂子, 富沢信雄, 伊藤耕平, 大塚康生, 竹内孝次, “アニメスタジオテクニック~RETAS STUDIO で学ぶアニメの作り方~”, 株式会社ボンデジタル, 2010.
- 2) animeanime.jp (アニメ!アニメ!)「日本の CG アニメの今」(2) MoCaToon 開発動機と実証実験, <http://www.animeanime.jp/interview/cg2.html>.
- 3) 十河秀行, 奥田正浩: フレームデシメーションに基づくノードの位置を考慮したキーフレーム抽出, 電子情報通信学会技術研究報告, SIP2005-68, WBS2005-26, pp.27-32 (2005).
- 4) 湯川崇, 小原直子, 玉本英夫: モーションキャプチャデータからの基本動作分割点の自動検出, 情報処理学会論文誌, Vol.45, No.4, pp.1198-1201 (2004).
- 5) Jue Wang, Steven M. Drucker, Maneesh Agrawala, Michael F. Cohen: The Cartoon Animation Filter, ACM SIGGRAPH 2006, pp.1169-1173 (2006).