

モーションキャプチャデータからの特徴フレームの抽出

八村 広三郎

立命館大学 理工学部 情報学科

概要: モーションキャプチャのデータから、対象の舞踊動作を表現するのにふさわしい代表的なフレーム（特徴フレーム）を抽出する手法について述べる。これには、舞踊理論コレオティクスの考えを応用し、踊り手の身体を包み込む立体の体積の変化を求め、これから特徴フレームを抽出する。実験の結果、この方法により特徴的なフレームを抽出できる可能性があることが分かった。

Extraction of Characteristic Frames from Motion Captured Data

Kozaburo Hachimura

Ritsumeikan University

Abstract: This paper describes a method of extracting characteristic frames from motion captured human body motion data. The change of the volume of a polyhedron which circumscribes a dancer's body is derived. Frames corresponding to the local maxima and minima are extracted as candidates for characteristic frames representing the dance. Experiments showed promising results.

1 はじめに

モーションキャプチャ技術によって、人間の身体動作についての正確なデータが計測できるようになった。民族舞踊、伝統芸能など無形文化財のアーカイブ化の観点からも、大いに期待されている [1]。しかし、これらの身体動作のデータは、身体各部につけた多数のマーカの3次元位置の時間的変化データであって、計測時間が長くなるとデータ量も膨大になり、アーカイブのようなデータの集積から、必要なものを短時間で見つけたのは困難である。

一般に、舞踊や伝統芸能などの人間の身体運動では、それぞれに特徴的な動作や姿勢があり、きわめて短い時間の動作だけ、あるいはある時点の姿勢を見ただけでも、その舞踊や芸能がどのようなものであるかを判断できることが多い。

モーションキャプチャによる身体運動の時系列データから、その動作を表現する特徴的な動作あるいは姿勢を求めることができれば、これらは、データの簡約表現や管理、あるいはデータの検索などに利用することができる。

本研究では、モーションキャプチャによる身体運動データから特徴量を求め、その時間的変化から特徴的姿勢に対応するフレームを抽出する。

図1にモーションキャプチャによる舞踊計測の様子を示す。また、図2(a)は計測に用いたマーカを、同図(b)は、このマーカ位置から導かれる仮想ジョイントを示している。本研究ではこの仮想ジョイン

トの位置情報をデータとして用いている。



図1: モーションキャプチャ

2 コレオティクスとキネスフィア

上述のような特徴的な姿勢を求めるための情報としては、舞踊学における「コレオティクス」[2, 3]を参考にし、踊り手の身体全体を包み込む外接空間の変化に着目する。

この理論の基本的な概念に「キネスフィア」と呼ばれるものがある(図3)。キネスフィアは、踊り手を取り囲む空間のことであり、人間の身体はこの空間からはみ出ることはないが、この中で展開される動きには、ある偏りのようなものがあるといわれている。

本研究では、この理論を参考にして、人間の動作は身体を包む外接空間の変化によって判断すること

求める方法で計算できる。このとき、 n 個の頂点の座標が、 $P_1 \rightarrow P_2 \rightarrow P_3 \rightarrow \dots \rightarrow P_n \rightarrow P_1$ の順に与えられているものとする。上述の手法で2次元凸包を求めた際に、このようにソートされた頂点が出力されるのでこれをそのまま用いる。

ここでは、3次元空間の $x-z$ 平面上に凸包を構成するので、 n 個の頂点座標を、時計回りに、 $(x_1, z_1), (x_2, z_2), \dots, (x_n, z_n)$ とすると、凸包の面積 S_c は以下の式で求められる。

$$S_c = \sum_{i=1}^n \frac{(x_{i+1} - x_{i-1}) \cdot z_i}{2} \quad (1)$$

ただし、 $x_0 = x_n, x_{n+1} = x_1$ である。

以上により求められる面積 S_c と、人体の垂直方向 (y 軸方向) の高さ H_b から、最小外接空間の体積は、 $V = S_c \cdot H_b$ となる。ただし、 $H_b = y_{max} - y_{min}$ であるが、ジャンプ中に身体が空中にある場合を除いて、一般には $y_{min} = 0$ である。

3.2 体積変化の極値抽出

求めた外接空間の体積の時間変化から特徴フレームを抽出する。ここでは、まず、外接空間の体積が極大/極小値をとるフレームを求め、これらを身体動作の特徴的なフレームの候補とする。

モーションキャプチャによる身体動作データに対して求めた、2次元凸包による外接空間の体積変化のグラフを図6に示す。同図において、横軸の数値はフレーム番号を示しており、ここでは、毎秒120フレームで計測している。また、縦軸の体積はリッター単位となっている。

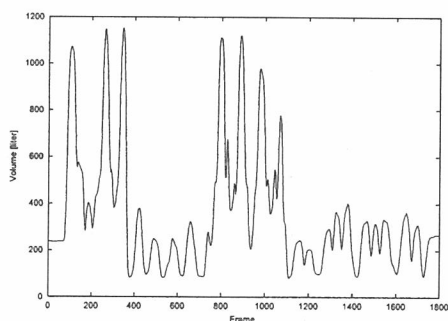


図6: 外接空間の体積変化1

図6のデータに対して、極値検出による特徴フレーム

候補の抽出処理を行って得たいくつかのフレームでの身体姿勢を図7に示す。図中の数字は、フレーム番号を表している。同図において、(b)は体積の極小値に、その他は極大値に相当している。なお、この図6、図7の身体運動は、実験のために適当な動作を行って得たもので、意味のある舞踊等の動作ではない。

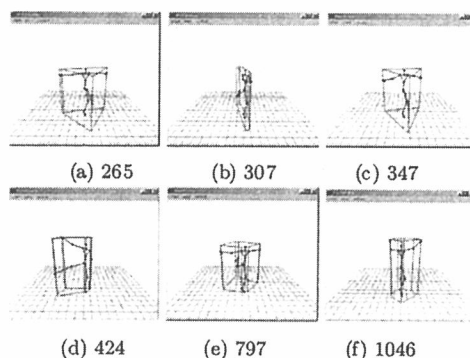


図7: 抽出した特徴フレーム候補の例1

次に、実際の舞踊(能の舞)で行った実験について示す。図8と図9は、プロの能楽師の演技のデータに対して処理を行ったものであり、図10と図11は、同じ舞踊をアマチュアの演技者が踊って得たデータに対して行ったものである。なお、これらのデータは毎秒60フレームで取得している。図8と図10を見比べると細かな差異はあるものの、体積の極大値や極小値のうちの、いくつかの特徴的なものは、その出現の様子が似ていることが分かる。

図8と図10の中の、特徴的と思われる極大値に付けてあるa~fの記号は、図9、図11の(a)~(f)の記号にそれぞれ対応している。これらの図9、図11を比較すれば、それぞれのフレームでの演技姿勢が類似していることが分かる。

4 おわりに

実験より、演技者の身体の形作る空間の「大きさ」は、身体運動において特徴的動作を抽出するための尺度として利用できる可能性があることがわかった。観客の方向を考慮に入れるという考えもあるが、それでは観客方向へ身体を投影した際の面積だけで代表させることになり、本来の身体表現の特徴を反映させることにはなりにくいと考えている。今後、仮

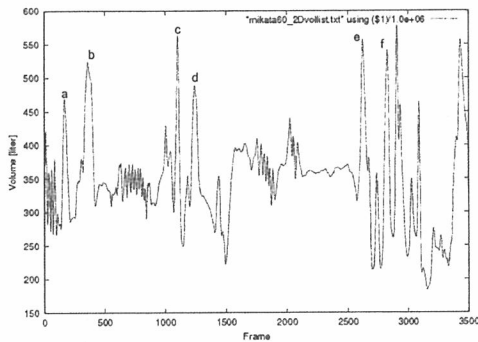


図 8: 外接空間の体積変化 2

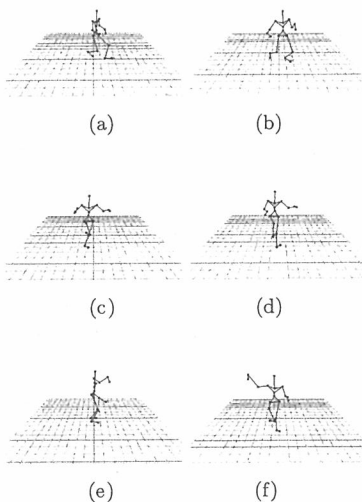


図 9: 抽出した特徴フレーム候補の例 2

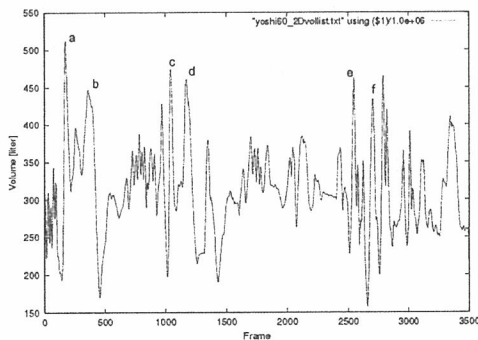


図 10: 外接空間の体積変化 3

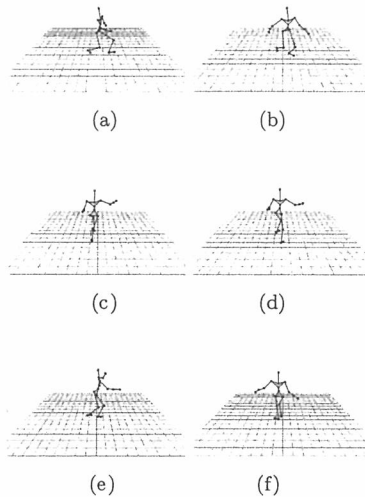


図 11: 抽出した特徴フレーム候補の例 3

想ジョイントで形成される 3 次元凸包による処理を実現するとともに、さらにいくつかの舞踊について手法の検証と評価を行う予定である。

現時点では、体積の時間変化が極値（極大値、極小値）を示すフレームを候補として抽出することしか行っていないが、今後、実際の舞踊についての実験結果の評価を行って、この候補フレームの集合から、何らかのフィルタによりさらに絞り込みを行い、全体動作を代表する特徴フレームを抽出する方法について検討する必要がある。

謝辞：キネスフィアについて教えていただいた、山梨大学の木村はるみ先生と、卒研でプログラム開発を担当した山田敦史君に感謝します。

参考文献

- [1] 八村広三郎：モーションキャプチャー技術による身体動作の分析・比較研究 - 3 次元動画のデータベース化の研究開発 -，科学研究費補助金（地域連携推進研究費）研究成果報告書，2002
- [2] 木村はるみ：R. ラバンの思想と理論について，山梨大学教育学部研究報告，pp.141-147，1990
- [3] 大貫秀明：ラバンにとって「動き」とは、ラバンが考える「コレオロジー」とは，ドイツ・ダンスの 100 年，pp.50-57，1996。
- [4] 杉原厚吉：FORTRAN 計算幾何プログラミング，岩波書店，1998。
- [5] 譚学厚，平田富夫：計算幾何学入門：幾何アルゴリズムとその応用，森北出版，2001