

周波数解析法による 3 次元動作データ圧縮*

5G-07

服部 清 横山清子 山本眞輔 吉村ミツ
名古屋市立大学芸術工学部⁺

1. はじめに

身体動作の解析、伝統芸能の保存、CG アニメーションにおける人物動作のデータ入力など様々な分野で、モーションキャプチャ装置による測定データが用いられる。モーションキャプチャ装置を利用して、全身の 3 次元動作を捉える場合、30 数点のマーカを 30~120 フレーム/秒で測定する。例えば、ひとつの座標を整数型 4 バイトで記述し、30 個のマーカを用い、120 フレーム/秒で 1 分間のデータを保存すると座標データのみで約 2.5MB 必要となる。そのため、長時間のデータ解析や保存、ネットワーク上での動作の再現などのためには、データ圧縮が必須となる。

本研究では、伝統芸能の保存、保存データの解析、および、CG による動作再現を目的とし、日本舞踊の 3 次元動作データ圧縮方法の検討を目的とする。方法は、各マーカ位置座標時系列を FFT、ウェーブレット変換などで周波数解析し、主要な周波数成分を用いて位置座標時系列を記述するものである。

2. 実験方法

今回解析対象とした日本舞踊は、藤間流師範が演じる「新曲浦島」である。

動作は、身体の 31 箇所に取り付けたマーカの 3 次元位置座標(X,Y,Z)を Motion Analysis 社の EvaSystem により 1 秒間に 120 フレームで測定した。解析は、そこから得られる毎秒 60 フレームのデータを用いた。

3. 解析方法

離散的フーリエ変換を(1)式に示す。

* Data Reduction of 3-dimensional Motion Time Series using Frequency Analysis Method
Kiyoshi Hattori, Kiyoko Yokoyama,
Shinsuke Yamamoto, Mitsu Yoshimura
⁺ Nagoya City University

$$F(k) = \sum_{n=0}^{N-1} f(n) \exp(-j2\pi kn/N) \quad (1)$$

ここで、 $f(n)$ は座標の時系列、 j は虚数単位、 k は周波数、 N は時系列のデータ数である。位置座標時系列を複数の $F(k)$ により記述する。この $F(k)$ を逆フーリエ変換することにより位置座標時系列が復元できる。復元された時系列と原データとの比較は(2)式に示す誤差率を用いて行った。

$$E = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} |f'(n) - f(n)| / f(n) \quad (2)$$

ただし $f'(n)$ は復元した座標の時系列、 N は時系列のデータ数である。

データ圧縮率は、データ記述に用いた周波数成分の個数と座標時系列のデータ数との比により定義した。

フーリエ変換の対象とするデータ数(窓幅)、データ範囲(窓)の移動方法、データ記述に用いる周波数情報の選定基準を変化させて、圧縮率が優れ、かつ、動作解析や動作の再現に最適な方法の検討を行う。

4. 結果

図 1 は「沖つ波」の踊り動作に対してフーリエ変換適用の窓幅を 128 点とした時の、データ記述に用いた周波数成分の個数を横軸に示し、その誤差率を縦軸に示す。窓を 128 点ずつ移動させて求めた誤差率の平均値である。31 個のマーカの X,Y,Z すべての座標を対象として表示している。データ記述には、パワー値の最も高いものから順に用いている。マーカの部位により誤差率の変化に差はあるが、記述に使用するデータ数の増加に伴い、誤差率は概略低下している。128 点の時系列データを約 10 点の周波数成分で記述するこ

とにより、誤差率は大きく低下していき、その後の減少は緩やかなものとなっている。全てのマーカーの誤差率を0.1以下とした場合の圧縮率の平均は0.04であった。従って規則性の少ない動作で構成される日本舞踊に関して、踊り動作のデータ圧縮にFFTが適用できると考えられる。

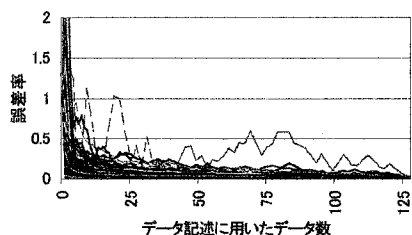


図1 「沖つ波」における踊り動作の31個のマーカーの位置座標時系列の記述データ数と誤差率との関係

表1は、フーリエ変換の対象とする窓幅、窓の移動方法、データ記述に用いる周波数情報の選定基準を変化させ、誤差率を0.1と0.05に固定した場合のデータ圧縮率を示している。1から4が誤差率を0.1とした場合である。窓配置について、「連続」と記述したものは、窓幅を w とし、窓の開始点を w ずつ移動させることを示す。「重ね」と記述したものは、窓の開始点を $w-j$ (j は正の値)ずつ移動させることを示す。これは、フーリエ逆変換を行うと、窓の端の部分において、復元データと原データとの差が大きくなる。そこで、

窓の端を重ねることによりデータ復元精度を向上させるものである。「選択基準」は、データ記述に用いる周波数成分の選択方法を示している。

「パワー」と記述したものは、パワー値の大きいものから順に選択するものである。「周波数」と記述したものは、低周波成分から順に選択するものである。窓幅は、128と1024を比較した。

誤差率を0.1とする場合、窓幅は128より1024においてデータ圧縮率が向上する。誤差率を0.05とすると、圧縮率に対して窓幅の差はみられなくなっている。窓幅を固定すると、フーリエ変換の窓の端を重ねながら移動させ、周波数の低い成分から順にデータ記述に用いる圧縮方法のデータ圧縮率が優れていることが分かる。日本舞踊を対象とした今回の例では、誤差率を0.1として0.035のデータ圧縮率、誤差率を0.05として0.12のデータ圧縮率を得ることができた。

誤差率0.1の場合の復元データと原データをワイヤフレームモデルで記述した人体像の動作を用い、目視により比較した結果、動作の再現性は良好であることが確認できた。

5. むすび

本稿では、日本舞踊の「新曲浦島」の踊り動作の三次元時系列データに対し、フーリエ変換による圧縮方法適用の可能性について述べた。

本研究は、文部科学省科学研究費補助金萌芽的研究(13878064)の一部で行われたものである。

表1 フーリエ変換適用方法を変化させた場合の誤差率とデータ圧縮率との関連

No.	誤差率	窓配置	選択基準	窓幅	
				128	1024
1	0.1	重ね	パワー	0.0731	0.0486
2	0.1	連続	パワー	0.114	0.0568
3	0.1	連続	周波数	0.0738	0.0429
4	0.1	重ね	周波数	0.0477	0.0352
5	0.05	重ね	パワー	0.195	0.177
6	0.05	重ね	周波数	0.120	0.119