

仮想空間におけるヒューマンモーションの特徴強調と合成

澁田 義明^{†1} 藤澤 隆史^{†1}
長田 典子^{†1} 北村 泰彦^{†1}

3DCG 作成において、CG キャラクタを動作させるためにモーションキャプチャが利用されている。しかし、キャプチャ環境に制約があり、時間や費用がかかる。本研究では、複数の同一動作データから主成分分析により性別や年齢といった動作特徴を抽出し、任意にそれらの動作特徴を強調するシステムを構築した。また、モーションデータを容易に編集することができるヒューマンモーションエディタを開発した。周期的なモーションから、自己相関関数を用いて1周期分のモーションを抽出する機能を作成した。さらに、複数のモーションを補間によって編集する機能において、補間手法をその適応度に応じて選択する評価指標を導入した。

Analysis and synthesis of human motion in virtual space

YOSHIAKI SHIBUTA,^{†1} TAKASHI X. FUJISAWA,^{†1} NORIKO NAGATA^{†1}
and YASUHIKO KITAMURA^{†1}

This paper presents analysis and synthesis methods of human motions obtained by a motion capture system for composing, editing, and reusing human motions efficiently. Human motions obtained from subjects with various gender and age are analyzed by the principal component analysis and several principal components are extracted as gender, age and other features. Moreover, a human motion editor where the motion data was able to be edited easily was developed. The editor has a function to extract the motion data for one cycle by using the auto-correlation function from a periodic motion. In addition, in a function to edit two or more motion data by interpolation, evaluation indices for selecting interpolation methods were introduced.

1. 始めに

TVゲームやバーチャルリアリティなどの3DCGアニメーションを作成する際、CG キャラクタを動作させるためにモーションキャプチャシステムが利用されている。モーションキャプチャは、自然なモーションを生成できるという長所を持つ。しかしキャプチャ環境に制約があり、時間やコストがかかる場合がある。

ナビゲーションシステムなど仮想空間内で複数のCG キャラクタに様々な動作を付与するアプリケーションにおいては、簡易な方法でモーションデータにパリエーションを持たせることが必要である。そこで、取得したモーションキャプチャデータを再利用し、編集や合成によって多様なモーションを生成しようという試みが行われている¹⁾²⁾。しかし、編集後のモーションデータがどの程度適切に編集されているか議論さ

れた例は、ほとんどない。一方、歩くなどの周期的なモーションは一般に、計測したモーションから1周期分の動作を切り出し、連続再生する手法がとられる。しかし、モーションキャプチャソフトを用いて手作業でモーションを自然に繋げる必要があるため、その作業に費やす時間と手間は膨大である。そのため、モーションの1周期分のフレームを自動で正確に抽出する機能が必要となる。

これまでのヒューマンモーション生成に関する研究には、物理的シミュレーションによるものや³⁾⁴⁾、動作特徴を抽出するもの⁵⁾などがある。これらの方法は計算量が多く、モーションを作成するまでの手間がかかるという課題があり、対象動作に特化した方法となっている。

本研究では、少数の基本モーションデータから多様なモーションデータを生成することを目的に、共通動作データを主成分分析により解析し、性別・年齢層といった属性ごとに得られる動作特徴を様々な強調・抑制するモーション生成手法を提案する。また、モーション

^{†1} 関西学院大学 理工学研究科 情報科学専攻
Department of Informatics, Graduate School of Science
and Technology, Kwansai Gakuin University

データを容易に編集することができるヒューマンモーションエディタを開発する。さらに、実世界の情報を3次元仮想空間でインタラクティブに表示させる情報統合システムを構築し、本手法の有用性を示す。

2. ヒューマンモーションデータ

モーションデータの代表的なものの1つに、BVH形式がある。BVHファイルは、関節の構造と、キャプチャしたモーションの関節のローカル座標と各関節の回転角度をフレームごとに記述したものである。本研究ではBVH形式のモーションデータを扱う。

3. ヒューマンモーションの属性の動作特徴強調

モーションキャプチャによるヒューマンモーションデータから、人の動作特徴を抽出し、動作特徴を強調するヒューマンモーション生成システムの構築を行う。

3.1 主成分分析による動作特徴の解析と生成

本研究で動作特徴とは、人の属性(状態や感情なども含む)に起因し、平均から逸脱する共通の動きの傾向を指すとする。入力データは、各関節の回転角度を単位動作分だけ並べたものとする。

まず解析については、主成分分析により得られる主成分負荷量から解釈を行い、主成分負荷量の大きい主成分を人の属性に対応させる。例えば、主成分負荷量の正負が被験者群の p という属性によって分かれるのなら、 p 成分と解釈する、などである。分析を行うのは寄与率が比較的高く、顕著な性質が表れる上位の第 k 主成分のみである。寄与率の小さいものや個別に表れる主成分は、動作特徴とせず各個人の個性とする。

次に生成については、各主成分における主成分得点と固有ベクトルから推定値を求め、次のようにモーションデータを式化する。

$$M_{\text{動作データ}} = \lambda_0 m_{\text{速度}} + \lambda_1 m_{\text{第1主成分}} + \lambda_2 m_{\text{第2主成分}} + \dots + \lambda_n m_{\text{第n主成分}}$$

ここで、 m_k は各主成分の推定値である。なお速度についても1つの動作特徴と考えている。これらの主成分もしくは速度成分に強調係数を設定し、この係数を変化させることによって新しいモーションを生成する。この手法により、個性を保持しながら任意に動作特徴を強調したモーションを生成することができる。

3.2 ヒューマンモーション解析実験

今回の実験に使用するモーションデータは、日常最も多くみられ、個性が比較的現れやすい歩行モーションとする。また人の属性としては、性別と年齢層を考える。

入力パラメータは、体の基準となるルート部分や指先、足先などの歩行モーションとは直接関係しない関節データを除いた16関節×3回転軸×35フレームの1680とする。また歩行モーション数は、21~23歳の大学生17名(男性10名、女性7名)、60~75歳の高齢者9名(男性3名、女性6名)、5~6歳の幼児4名(男性2名、女性2名)の計30である。共通動作であっても、動きの速度(フレーム数)が違えば入力変数の数が異なってしまうため、モーションキャプチャソフトで全ての歩行モーションを1周期分抽出した後、平均速度35フレーム(1.167秒)に変換し、全てのモーションデータの速度を揃える。

分析の結果、第1主成分の寄与率が約95.95%となり、また第3主成分から第4主成分にかけて寄与率が大きく下がった。そのため、第1主成分を平均歩行特徴であると考え、第4主成分以降をまとめて個性とする。第2主成分の負荷量のグラフを図1に示し、第3主成分の負荷量のグラフを図2に示す。

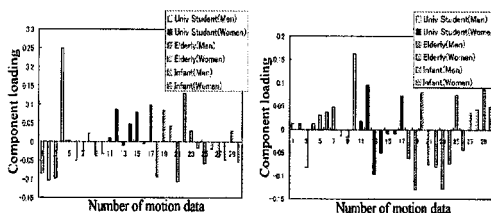


図1 第2主成分負荷量

図2 第3主成分負荷量

第2主成分では、モーション番号1~10、18~20、27、28の主に男性の歩行モーションの主成分負荷量がマイナスに出力され、モーション番号11~17、21~26、29、30の主に女性の歩行モーションの主成分負荷量がプラスに出力されている。性別によって分かれているため、この主成分を性別動作特徴と呼ぶことにする。第3主成分では、主にモーション番号18~26の高齢者の歩行モーションの主成分負荷量がマイナスに出力され、モーション番号27~30の幼児の歩行モーションがプラスに出力されている。年齢層によって分かれているため、この主成分を年齢動作特徴と呼ぶことにする。以上の分析結果から、歩行モーションを次式のように式化する。各動作特徴の係数 k_i を変化させることによって新しい歩行モーションを生成する。

$$M_{\text{歩行モーション}} = k_0 m_{\text{速度}} + k_1 m_{\text{平均歩行特徴}} + k_2 m_{\text{性別動作特徴}} + k_3 m_{\text{年齢動作特徴}} + m_{\text{個性}}$$

3.3 モーション生成結果

図3に歩行モーションの生成結果を示す。図3(a)は、歩行モーションである。これを入力モーションと

して性別動作特徴の係数 k_2 を 3 とし、女性の動作特徴を強調したものが図 3(b) である。係数を正数にすることにより、より女性らしい歩行モーションになっている。また、女性の動作特徴だけを強調しているため、個性は保たれている。係数 k_2 の正負を反転させ -3 とすると、図 3(c) のように男性らしい歩行モーションを作ることができる。年齢動作特徴の係数 k_3 を 3 とすると、図 3(d) のように高齢者らしい歩行モーションになる。高齢者・幼児においても同様である。

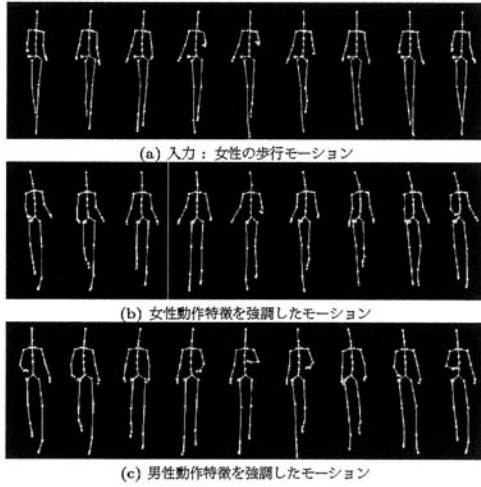


図 3 動作特徴強調の結果

3.4 考察-動作特徴の検証-

前節で、動作特徴の抽出と、これを用いたモーションの強調結果について述べた。この節では、抽出された動作特徴によって、属性が適切に強調表現されたかどうかの検証を行う。

ここでは性別動作特徴のモーションへの影響を調べる。図 4 は各関節軸の主成分得点のグラフである。図 4 から、第 2 主成分が大きく影響している部分は 16-18 の左肩関節と 19-21 の左肘関節、28-30 の右肘関節と 34-36 の左膝関節であることがわかる。図 5 に左肩関節と、左肘関節、右肘関節、左膝関節の男性平均モーションと女性平均モーションの差異を示す。

図 5(a) は左肩関節 Z 軸角度比較のグラフであり、脇の開き具合を示している。男性平均モーションの回転角度の方が女性平均モーションの回転角度より小さいことから、男性が女性に比べて脇が開いていることが分かる。図 5(b) のグラフは左肘関節の X 軸回転を示しており、進行方向に向けて肘を曲げる角度を示している。男性平均モーションの回転範囲の方が女性平均モーションの回転範囲より大きいことから、男性が女

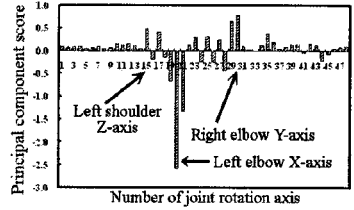
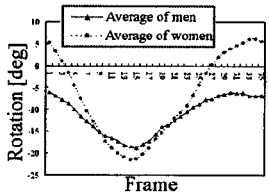


図 4 主成分得点 (第 2 主成分)



(a) 左肩 Z 軸

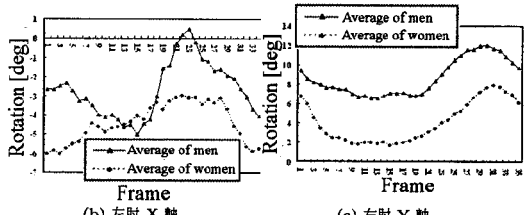


図 5 男性・女性モーション関節回転角度比較

性に比べて肘を進行方向に曲げていることを表している。また、図 5(c) は右肘関節の Y 軸回転を示し、腕の回転角度を示している。全体的に男性平均モーションの回転角度の方が女性平均モーションの回転角度より大きいことから、男性が女性より内側に腕を曲げていることを表している。以上より、一般に言われている、男性は脇を開き、女性は腕の内側を見せる外反りという特徴と、主成分分析により性別動作特徴に大きく影響している部分の解析結果が一致する。左肘関節が最も大きく性別動作特徴に影響しているのは、左肘を大きく振って歩いている被験者が多いためと考えられる。

同様に第 3 主成分の年齢動作特徴についても、高齢者は脇を締め、幼児は脇を開いたまま肘を曲げずに歩くという特徴が表現されていることが確認された。以上の結果から、本手法によってヒューマンモーションの属性の動作特徴を適切に抽出でき、表現できることが示された。

4. ヒューマンモーションエディタにおけるモーションの編集機能

ヒューマンモーションをCG キャラクタに適用する際には、編集や合成をユーザが自由に行うことのできるヒューマンモーションエディタが有用である。モーションキャプチャソフトにも基本的な機能は存在するが、線形補間を用いるか手作業であるため、不自然なモーションになってしまう。これまでに著者らもヒューマンモーションエディタの開発を進めており、その基本機能の実装を終えている⁶⁾。こうしたエディタでは、モーションを合成する際の補間機能が必須となる。しかし一般的には、どのような補間方法が適切であるかの評価はユーザに委ねられており、定量的な評価はなされていない。一方、周期的なモーションをCG キャラクタに当てはめる際、手作業で1周期分のモーションを切り出し、自然にループさせなければならない。その作業に費やす時間と手間は膨大である。

本研究では、周期性を持つモーションデータから、その1周期分のモーションデータを抽出する機能を作成する。また、モーションを自然にループさせたり、複数のモーションを接続させたりするための補間機能において、補間方法を評価する指標を導入し、指標によって補間手法を選択する機能の提案を行う。

4.1 ヒューマンモーションエディタの概要

本エディタでは複数のBVHデータの読み込み、書き出し、ループ、接続、ブレンドを行う。GUIにより、ユーザが任意のフレームにおけるループの有無設定を行ったり、複数のモーションを接続したり、またプレビューによってモーションを確認したりすることができる。

4.2 自己相関関数を用いた周期的なモーションの1周期抽出

モーションデータに内在する周期的なモーションを見つけ出し、適切に切り出す必要がある。本稿では自己相関関数を用いて、周期的なモーションから1周期分のモーションを抽出する手法について述べる。

4.2.1 モーションデータの1周期抽出法

周期性を調べるため、対象とするデータはモーションデータの各関節の回転角度とする。関節毎に自己相関係数を計算することで、周期的な動作の中から1周期分のモーションデータを抽出する。

抽出処理には、関節の選別処理と周期抽出処理の2段階からなる。まず、使用する関節の選別方法について述べる。微小に回転する関節を含めて自己相関係数を計算すると、周期的な自己相関係数が得られない可

能性がある。そこで、重要性が低い関節を除外する。方法としては、各関節の回転範囲 $R_i (i = 0, 1, \dots, N-1)$ を求め、その最大値 R_{max} を算出する。 N は使用する関節軸の番号である。 R_{max} を用いて各関節の回転角度を正規化し、 ε を下回る関節を除外する。ここでは、 $\varepsilon = 0.1$ とした。

次に、周期抽出方法について述べる。関節の回転角度を $v = [v_0, v_2, \dots, v_{N-1}]$ 、自己相関係数を $F = [F_0, F_2, \dots, F_{N-1}]$ とする。各 v は三次元である。また、 M をフレーム数、 F を計算する際の開始フレームを S とする。方法としては、各 v において F を計算し、その後フレーム毎での各関節の F の平均 $A_f (= \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} F_k)$ を求める。その後、平滑化微分法を用いたピーク抽出により、 A_f のピークを抽出する。そして、抽出された1つ目のピーク値 A_{max} を求める。さらに、 S を1フレームずつずらしながら A_{max} を計算する。 A_{max} が最大となる区間を、周期的な動作を含むモーションの1周期として抽出する。 A_{max} を求める例を、図6に示す。

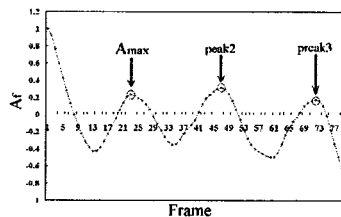


図6 A_{max} の算出例

4.2.2 抽出結果

図7に抽出結果を示す。図7(a)は、「立っている状態から走る」入力モーションであり、図7(b)は、図7(a)の適用結果である。自己相関関数によって図7(a)から1周期分の「走る」モーションを抽出することが出来た。図8は、本手法を「立っている状態から右手を振る」モーションに適用した結果である。図8(a)は「立っている状態から右手を振る」入力モーションであり、図8(b)は図8(a)の抽出結果である。このように、一部の関節のみを動かすモーションでも、1周期分のモーションを適切に抽出することが確かめられた。

4.3 モーションデータの補間方法と評価

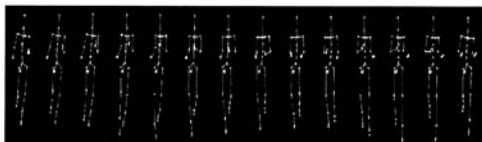
次に、複数のモーションデータをつなぎ合わせるための補間機能に関して述べる。

4.3.1 モーションデータの補間方法

補間には様々な手法があるが、本研究では代表的な補間処理方法としてLagrange補間法と3次Spline補間法を用いる。入力には各関節の回転角度とし、横軸に

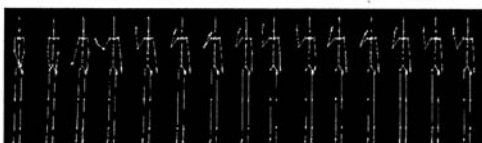


(a) 入力: 「立っている状態から走る」モーション

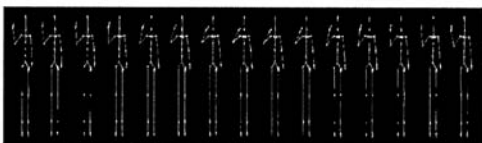


(b) 適用結果

図7 「立っている状態から走る」モーションの適用結果



(a) 入力: 「立っている状態から右手を振る」モーション



(b) 適用結果

図8 「立っている状態から右手を振る」モーションの適用結果

フレーム、縦軸に各関節の回転角度をとる。

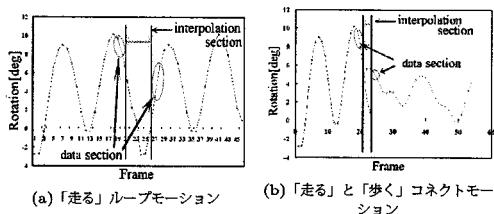
まず、モーションをループさせる方法について述べる。モーションをそのままループさせる場合、各関節の回転角度がモーションの終わりから始めにかけて大きく変化する。このような回転角度の変化を抑えるため、補間法を用いてモーションの終わりから始めに遷移する区間を修正する。モーションデータの始点を M_0 、終点を M_e とすると、 M_{e-m+1} から M_e までの m 点及び M_0 から M_{n-1} までの n 点を修正点とし、 M_{e-m} から M_{e-m-i} までの i 点及び M_n から M_{n+j} までの j 点を、補間多項式を計算するための入力点とする。今回は $m = n = 3$ 、 $i = j = 2$ とした。図9に補間多項式を計算するための入力点と修正点の例を示す。図9(a)は、1周期分の「走る」モーションをそのままループさせた場合の関節の回転角度のグラフ例である。

まず、モーションをループさせる方法について述べる。モーションをそのままループさせる場合、各関節の回転角度がモーションの終わりから始めにかけて大きく変化する。このような回転角度の変化を抑える

ため、補間法を用いてモーションの終わりから始めに遷移する区間を修正する。モーションデータの始点を M_0 、終点を M_e とすると、 M_{e-m+1} から M_e までの m 点及び M_0 から M_{n-1} までの n 点を修正点とし、 M_{e-m} から M_{e-m-i} までの i 点及び M_n から M_{n+j} までの j 点を、補間多項式を計算するための入力点とする。今回は $m = n = 3$ 、 $i = j = 2$ とした。図9に補間多項式を計算するための入力点と修正点の例を示す。図9(a)は、1周期分の「走る」モーションをそのままループさせた場合の関節の回転角度のグラフ例である。

次に、モーションをコネクトする方法について述べる。モーションをそのままコネクトする場合、各関節の回転角度が繋ぎ目で大きく変化する。このような回転角度の変化を抑えるため、補間法を用いてモーションの繋ぎ目の区間を修正する。モーション1とモーション2をコネクトする場合、入力点をモーション1の M_{e-m} から M_{e-m-i} までの i 点及びモーション2の M_n から M_{n+j} までの j 点とする。今回は、モーションをループさせる場合と同様、 $i = j = 2$ とした。

コネクトモーションでは、相関関数を用いて修正点を決定する。モーション1とモーション2をコネクトする場合、モーション1の M_{e-m+1} から M_e までの m 点と、モーション2の M_0 から M_{m-1} までの m 点で、最も類似度が高い区間での回転角度を修正する。 m を0から1ずつ増加させ、各関節において相関係数 $Col_{(h,m)}$ を求める。ここで、 h は関節軸の番号である。関節毎に $Col_{(h,m)}$ の平均 $Col_{ave(m)}$ ($= \frac{1}{h} \sum_{k=0}^{h-1} Col_{(k,m)}$) を求め、 $Col_{ave(m)}$ が最大となる時の m を修正点数とする。図9(b)に、「走る」と「歩く」モーションをコネクトする場合の回転角度のグラフ例を示す。



(a) 「走る」ループモーション (b) 「走る」と「歩く」コネクトモーション

図9 補間多項式を計算するための入力点・修正点例 (Spine(腰)のX回転角度)

4.3.2 モーションデータの適用結果

図10は、1周期を自動抽出した「走る」ループモーションの比較であり、図11はそれぞれの場合での2周期分の回転角度の変化を示したグラフである。図中の

黒色の縦線は、モーションの周期の境目を表す。図 11 (b) において Lagrange 補間法を適用したループモーションのグラフは、1 周期目から 2 周期目にかけて回転角度の変化が滑らかに修正されている。一方、図 11 (c) において 3 次 Spline 補間法を適用したループモーションのグラフは、補間せずにループさせたモーションよりも滑らかではあるが、修正点から入力点にかけて回転角度が急激に変化している。

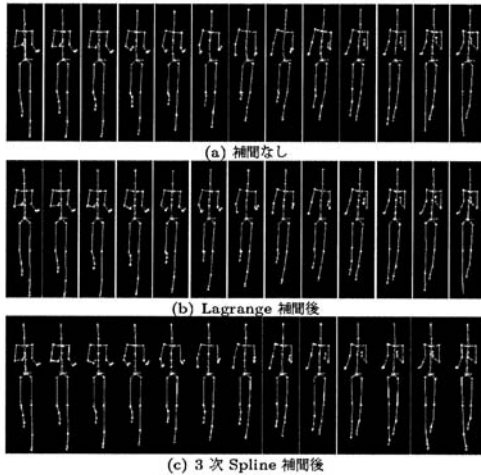


図 10 補間法を施した「走る」ループモーションの比較

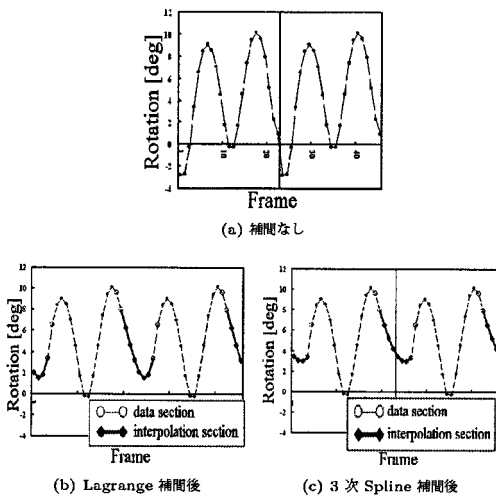


図 11 「走る」ループモーショングラフ例 (Spine(腰)X 回転量)

図 12 は、1 周期を自動抽出した「走る」と「歩く」の接続モーションの比較であり、図 13 はそれぞれ

の場合での回転角度の変化を示したグラフである。図中の黒色の縦線は、「走る」モーションと「歩く」モーションの境目を表す。3 次 Spline 補間法を用いて接続したモーションのグラフは、Lagrange 補間法を用いて接続した場合よりも滑らかに修正されている。

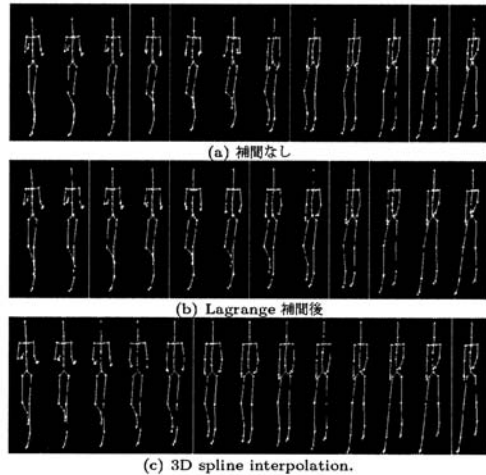


図 12 補間法を施した「走る」と「歩く」接続モーションの比較

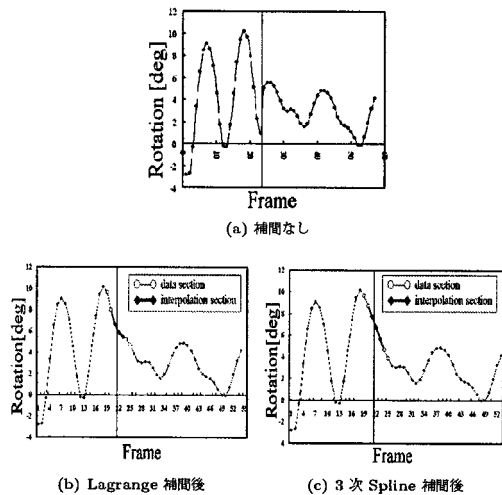


図 13 「走る」と「歩く」接続モーショングラフ例 (Spine(腰)X 回転量)

4.3.3 適用結果の評価と考察

前節の結果で示されるように、補間法を適用する際には、どの補間法が適しているか、あるいはどのくらい適しているかといった編集後のモーションの評価が

課題となる。本節では、編集後のモーションの評価指標に関して提案を行い、前節で用いた補間法の評価を行う。ここではモーションの評価指標として「周期性」と「滑らかさ」に着目する。

まず周期性については、1単位のモーションを通して周期的要素が含まれている場合、編集の継ぎ目でも周期性が保存されていることが望ましい。この指標として、各関節の回転角度の振幅の変化量が考えられる。振幅の変化量が小さいほど評価が高いと言える。図14に、周期性の評価方法を示す。図14のように単位モーション内の極点(極大点・極小点)を調べ、隣接する極大点同士を直線で結び(例えば図中の f_1, f_2 など)、結んだ直線と対応する極小点(図中 m_1, m_2 など)との距離を振幅(図中 A_1, A_2 など)とする。このときの振幅の変化量の総和 $C (= \sum_{k=1}^{n-1} |A_{k+1} - A_k| / \sum_{k=1}^n A_n)$ を周期性指標とする。

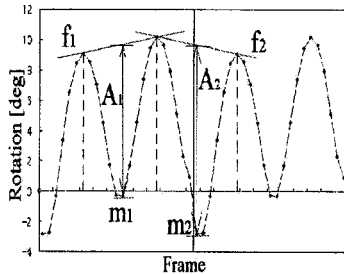


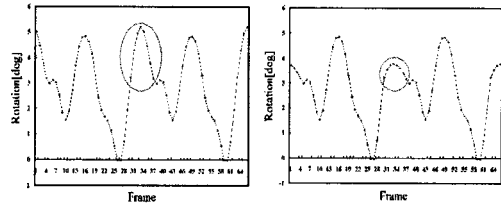
図14 周期性の評価方法の例 (Spine(腰)X 回転量)

また滑らかさについては、モーションの繋ぎ目が目立たないほど良いため、補間箇所の関節の回転角度の滑らかさ、すなわち、回転角度の2次微分値が小さいほど高い評価とすることが考えられる。よって、それぞれの補間法で編集したコネクトモーションにおいて、各関節での2次微分値の平均 D を比較する。

今回、周期性指標では「走る」、「歩く」、「スキップ」のループモーション及びコネクトモーションを使用した。コネクトモーションに関しては、「歩く」モーションを使用した場合に周期性要素が存在しなかったため、「走る」と「スキップ」を用いた2通りのコネクトモーションに周期性指標を適用した。滑らかさ指標では「走る」、「歩く」、「スキップ」のループモーション及び「走る」、「歩く」、「スキップ」、「ボタンを押す」、「振り向く」を用いた12通りのコネクトモーションを使用した。

その結果、ループモーションでは「歩く」ループモーションが評価値の最大差をとった。図15に、それぞ

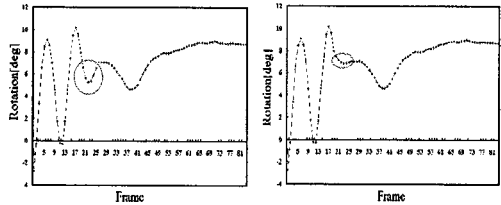
れの補間法による「歩く」ループモーションの比較を示す。図15(a)では、修正部分において周期性が保たれている。図15(b)では、周期性が保たれていない。



(a) Lagrange 補間後 (b) 3次 Spline 補間後

図15 「歩く」ループモーショングラフ例 (Spine(腰)X 回転量)

一方コネクトモーションでは、各補間法での「走る」と「振り向く」コネクトモーションが評価値の最大差をとった。図16に、それぞれの補間法による「走る」と「振り向く」コネクトモーションの比較を示す。図16(a)では、修正部分においてグラフが突起している。図16(b)では、修正部分において滑らかにコネクトされている。



(a) Lagrange 補間後 (b) 3次 Spline 補間後

図16 「走る」と「振り向く」コネクトモーショングラフ例 (Spine(腰)X 回転量)

全ての評価値の平均を求めた結果を表1に示す。

表1 Lagrange 補間法と3次 Spline 補間法の比較

		Lagrange	3D Spline
Loop	C	1.877	2.586
	D	0.191	0.081
Connect	C	0.383	0.394
	D	0.468	0.087

ループモーションについては、滑らかさ指標 D については3次 Spline 補間法の評価が高い。しかし周期性指標 C については、周期性を保っているのはLagrange 補間法である。

コネクトモーションについては、 C についてはLagrange 補間法の評価が高い。しかし D では、3次

Spline 補間法の方が高い評価を得た。よって、複数のモーションをコネクトする場合は 3 次 Spline 補間法が優れていると言える。

一般にループモーションは入力点であるモーションの終点付近と始点付近の座標位置が比較的類似しているため、滑らかに補間される Lagrange 補間法が適しており、反対に、コネクトモーションはモーションの繋ぎ目のデータの類似度が低いいため、入力点に依存しない 3 次 Spline 補間法が適していると考えられる。

5. 情報統合システム「Virtual Kobe Sanda Campus」への応用

3 次元仮想空間における情報統合システムとして「Virtual Kobe Sanda Campus (V-KSC)」を構築する。V-KSC は関西学院大学神戸三田キャンパスを擬人化エージェントが案内するコンテンツで、実世界の情報を仮想空間内に反映させるシステムである。V-KSC の様子を図 17 に示す。このエージェントに、属性の動作特徴を強調したモーションや、モーションエディタで生成したモーションを適用することで、異なる印象を持つエージェントを作成することができる。また、補間により編集したモーションをエージェントに適用することで、自然な一連のモーションを作ることができる。図 18 は、「歩く」と「ボタンを押す」をコネクトしたモーションをエージェントに適用した様子である。今後は CG キャラクタを増やし、様々な動作特徴を強調したモーションをそれぞれのキャラクタに適用していく予定である。



図 17 V-KSC とエージェント



図 18 ボタンを押すエージェント

6. おわりに

ヒューマンモーションから、モーションの属性の動作特徴を抽出し強調する手法を提案した。また本手法を歩行動作に適用し、性別属性および年齢属性の動作特徴を抽出することで、それぞれの属性の動作特徴を強調した様々なモーションの生成が可能であることを

示した。

次にモーションエディタにおいて自然なモーションのループやコネクトを実現するために、周期性を持つモーションデータから、自己相関関数によってその 1 周期分のモーションデータを抽出する機能を作成した。また、Lagrange 補間法と 3 次 Spline 補間法を用いた補間機能を実装した。さらに補間処理後のモーションデータの評価指標を導入し、処理効果を定量的に評価するとともに、Lagrange 補間法と 3 次 Spline 補間法を用いた補間機能を実装した。適切な補間法の選択に有用であることを示した。また、周期性を持つモーションデータから、自己相関関数によってその 1 周期分のモーションデータを抽出する機能を作成した。今後はデータ量を増やし、歩行動作における他の属性に関する検討や、歩行以外のモーションに関しての検討を行い、本手法のより広い汎用性について考察をすすめる予定である。

参考文献

- 1) Charles Rose, Michael F. Cohen, Bobby Bodenheimer:「Verbs and Adverbs:Multidimensional Motion Interpolation」, IEEE Computer Graphics and Applications, (1998)
- 2) Ce Liu, Antonio Torralba, William T. Freeman, Fr'edo Durand, Edward H. Adelson : 「Motion Magnification」, ACM Transactions on Graphics (TOG) , 24(3), pp. 519-526, (2005)
- 3) 栗山繁:「モーションキャプチャデータの知的再利用技術」, 産業技術総合研究所ライフサイエンス関連研究講演会「Digital Human Modeling - Motion Generation -」, (2002)
- 4) 角文雄, 中嶋正之:「キャラクターアニメーションのための動作生成システム」, 電子情報通信学会技術研究報告, PRMU, パターン認識・メディア理解, vol. 101, no. 202(20010711), pp. 161-166, (2001)
- 5) Nikolaus F. Troje : 「Decomposing biological motion: A framework for analysis and synthesis of human gait patterns」, Journal of Vision, vol. 2, 371-387, (2002)
- 6) 株式会社ソリッドレイ研究所:「次世代ヒューマンシミュレーション等推進事業 成果報告書」, (2004)