

印象語による舞踊動作データの分類法

沼口直紀^{†1} 中澤篤志^{†1,†2} 竹村治雄^{†1,†2}

本研究では、人体動作とそこから受ける印象の関連性を明らかにするため、モーションキャプチャデータから得られる舞踊動作特徴と、ユーザテストから得られた印象評価を比較し関連性を求めた。本研究の背景として、大量のデータを扱う機会の増加によって所望のデータの身体動作の検索・分類が重要となったが、人の動作に対する他者の印象が考慮されていないことが挙げられ、本研究の成果が重要となる。まず、様々な印象を表現する舞踊動作データを取得する。次に、舞踊動作データから関節の角速度と RelatedMotionFeature を使い、舞踊動作データの特徴量を抽出する。一方で、舞踊動作を構成する意味空間構成モデルを明らかにした頭川の成果¹⁾ から選択した4つの印象語対を用いて評価実験を行い、各データの印象を決定する。そして抽出した舞踊動作データの特徴量と評価実験によって得られた印象評価の間に相関性がみられるか検討する。検討の結果、関節の角速度は印象語対「激しいー静か」と強い正の相関関係があり、RelatedMotionFeature のいくつかの要素は「広いー狭い」と正の強い相関関係があることが確認された。今後の課題として、他の印象に対して相関性の高い舞踊動作データの特徴量を検討することが挙げられる。

Categorization of motion capture data using emotional words

NAOKI NUMAGUCHI,^{†1} ATSUSHI NAKAZAWA^{†1,†2}
and HARUO TAKEMURA^{†1,†2}

As more and more applications of human motion capture data are discovered, classification and retrieval techniques for motion capture data have become a hot topic. When classifying motion capture data, the emotional impression which such data makes on us is an interesting. But there are no classification techniques using such impression because the relationship between impression and motion capture data has not been defined clearly. In this paper, I uncovered the relationship between the bodies motion features extracted motion capture data and the impression which the data gave people. First, motion capture data is taken. The angular velocity of joints, Related Motion Features described geometric marker positions of a body are extracted as body motion features for

input data. The input data is also showed to users and their impression at each data is taken with respect to the emotion words. Such emotion words are introduced by the Zukawa as impression keywords that can be applied motion of the body. Finally, the correlation between the user-given impressions and selected motion features is calculated. The results show a strong correlation between certain body features and emotion words. For example, angular velocity of all the joints have strong correlations with the emotion words(violent-calm), and Related Motion Feature have some strong correlation with the emotion words(wide-narrow). Future work includes finding other body motion features that have strong correlation with the target emotional words.

1. はじめに

モーションキャプチャデータの検索・分類は、複数マーカの位置関係を特徴として用いた Muller らの手法²⁾³⁾ やデータ間の距離関数を定義し、複数クラスのカテゴリ分けを実現した Onuma らの手法⁴⁾ が挙げられる。しかし、これらの手法はデータそのものやキーワード(パンチ、歩くなど)による検索・分類であり、カテゴリでの分類に適さないダンスなどの動作の検索・分類には難しい。そこで、データにおいて身体動作から得られる物理的特徴とそれを見て人が感じる印象の関係を明らかにすることが求められている。印象ごとに対応した特徴を定義すれば、「激しい」「広い」などの印象語によってデータの分類・検索が実現できる。また、CG キャラクタやロボットが相手に受ける印象を操作することでよりインタラクティブなやりとりが実現できる。

そこで本研究では、舞踊動作を構成する意味空間構成モデルを明らかにした頭川の成果¹⁾ から「激しいー静か」「広いー狭い」「軽いー重い」「難しいーたやすい」の印象語対を用いる。まず、様々な印象を表現する舞踊動作を取得する。次に取得したデータから舞踊動作の特徴を求め、一方で印象語対を用いた評価実験を行う。そして求めた舞踊動作の特徴と印象語対による評価を比較し関係性を検討する。

以下、2章では関連研究を述べる。3章では舞踊の理論について述べる。4章では舞踊動作データの特徴量について述べる。5章では実験とその結果について述べる。6章では本研

†1 大阪大学大学院情報科学研究科, 吹田市
Graduate School of Information Science and Technology, Osaka University, 1-5 Yamadagaoka,
Suita-shi, 565-0871 Japan

†2 大阪大学サイバーメディアセンター, 豊中市
Cybermedia Center, Osaka University, 1-32 Machikaneyama, Toyonaka-shi, 560-0043 Japan

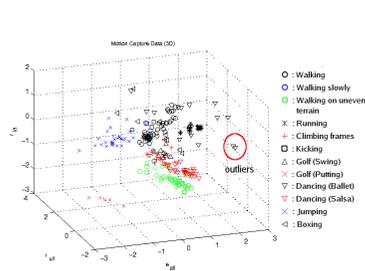


図1 FMDistanceによる分類結果
(文献⁴)より引用)

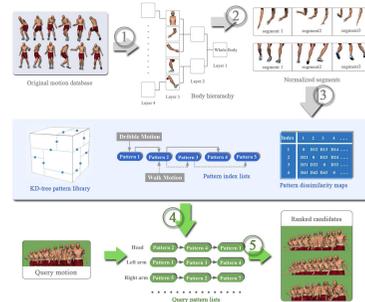


図2 Dengらの手法による検索の流れ
(文献⁵)より引用)

究のまとめについて述べる。

2. 関連研究

膨大なデータベース上から必要とするモーションキャプチャデータを検索することが求められる中、所望する身体動作(歩く, 走るなど)を検索・分類する多くの手法が研究されてきた。Onumaらは高速で効果的なモーションキャプチャデータ間の距離関数(FMDistance)⁴)を提案し、モーションキャプチャデータを複数のクラスに分類するとともに、どのクラスにも属さないようなはずれ値の検出を行った。分類した結果を図1に示す。また、Dengらは、身体データを複数の階層構造で表現してセグメントに分けて、KD-treeのモーションパターンライブラリを生成し、それを用いてモーションキャプチャデータの分類・検索を行う手法を提案した⁵)。Dengらの手法による検索の流れを図2に示す。さらに、既存の他の手法との比較によって、より高い検索精度を持つことを明らかにしている。また、Mullerらはモーションキャプチャデータの複数マーカの位置関係を身体動作の特徴(RelatedMotionFeature)としてパラメータ化し、特徴パラメータの低次元化や雑音に対しての高いロバスト性を実現している²⁾³⁾。モーションキャプチャデータの感性や印象に関する研究として、ユーザテストから得られる統計的な情報を基に、クローンのCGキャラクタで構成された群衆による身体動作が自然に感じられる条件⁶⁾やCGキャラクタと人間による感情表現の伝わり方の差異⁷⁾についての研究が挙げられる。しかし、いずれの研究もCGキャラクタによる身体動作が自然に感じられるかを問題としており、「激しい」などの印象と身体動作の直接的な関係を対象としていない。

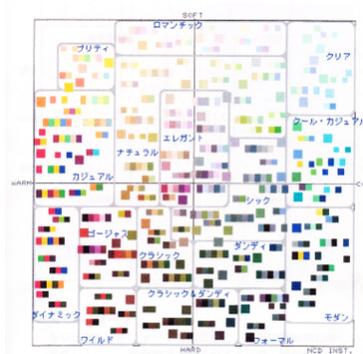


図3 カラーイメージスケール(文献⁸)より引用)

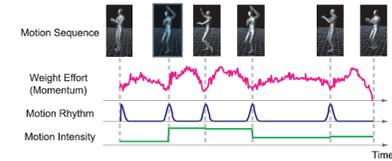


図4 抽出した舞踊動作における特徴量の例
(文献¹¹)より引用)

一方、感性や印象を用いた例として絵画・音楽の分類・検索がある。絵画については、色の意味を言葉で、色の違いをイメージで系統だてて分類した図3に示すカラーイメージスケール⁸⁾が利用できる。八村らは絵画を色領域に分割し、それぞれの色領域ごとに評価し、背景色と主要色を求め、印象語と色彩分布の対応関係を利用して印象語による絵画の検索を行った⁹⁾。音楽においても同様に、辻らは楽曲の旋律に含まれる音の高さと音の長さの局所パターンを特徴量として用い、多変量データ解析によって曲の分類における有効性を検討し、印象語とこれらの特徴量において正準相関分析を行ない、生成された検索空間から音楽検索システムを構築した¹⁰⁾。また、白鳥らは入力とする音楽データから舞踊の表現に関する音楽情景を解析し、その結果に対応した舞踊動作を生成する手法を提案した¹¹⁾。その中で、舞踊動作において抽出した身体動作の特徴から動きのリズムと盛り上がり部分を抽出している。抽出した舞踊動作における特徴量の例を図4に示す。

3. 舞踊理論

舞踊学において、Labanらが構築したラバン身体動作表現理論(Laban Movement Analysis(以下、LMA))¹²⁾は、心理状態と身体運動の相関関係を規定する理論として有名であり、Kestenberg¹³⁾により修正、変更されている。

LMAでは、舞踊における身体動作の特徴が戦闘形態(Fighting Form)と陶醉形態(In-

dulging Form) の 2 極構造をとるとした。戦闘形態は力強く直線的で突発的である特徴を持ち、逆に陶酔形態は弱々しくふらふらとして安穩である特徴を持つ。そして身体動作の特徴“Effort”, “Shape”の項目から構成されるとした。“Effort”は動作の力学的特徴を意味し, “WeightEffort”, “SpaceEffort”, “TimeEffort”の 3 要素から成る。“WeightEffort”は身体動作の力強さを表し, “Strong”は力強い戦闘形態, “Light”は弱弱しい陶酔状態である。“SpaceEffect”は身体動作の方向的偏りを表し, “Direct”は腕や視線が同方向に集中している戦闘形態, “Indirect”は各部の移動方向や差し出し方向がそろっていない陶酔状態である。“TimeEffort”は動作変化の速さで表し, “Sudden”は突発的な戦闘形態, “Sustain”は継続的な陶酔状態である。一方で, “Shape”は身体の全体的な形状についての幾何学的特徴を意味する。Kestenbergl は水平面, 正面, 側面に投影された動作体のシルエットを用いて, 以下の 3 要素を定義した。“Door Plane Shape”は正面上のシルエットの広がり, “Wheel Plane Shape”はシルエットの前後への変動, “Table Plane Shape”は水平面上のシルエットの広がりを意味している。

一方, 印象評価実験による結果から多変量統計解析によって舞踊のイメージを構成する意味空間構成モデルを導いた頭川の手法¹⁾がある。頭川は印象評価実験における尺度の構成方法や被験者数に至るまで多数の実験を繰り返し, それらの結果によって得られた因子構造から意味空間構成モデルを導いたため, 前述の理論と比較した場合, 客観性において異なること述べている。

頭川は, 第一段階として, 被験者に複数の舞踊作品を刺激として与えた結果として連想される語を求め, その中から因子分析を用いて舞踊のイメージ測定に用いる尺度を求めた。第二段階として, 求められた尺度を用いた意味差判別法を, 舞踊作品と被験者を変えながら繰り返し実験した。各実験において因子分析を用いることにより因子構造とその尺度が決定した。第三段階として, 各実験に共通の意味次元(因子)とその構成尺度を決定し, 意味空間構成モデルを導き出した。さらに, 頭川はバレエ作品と日本舞踊作品の差異を意味空間構成モデルを用いて明らかにしている。以上より, 頭川は意味空間構成モデルによって舞踊作品の内容や構成に対するイメージを導き出し, 作品間の比較や作品のイメージにおける特徴を客観的な手法で導くことができるとしている。

本研究の目的は, 異なる身体動作, 異なる動作体に対しても同様の印象を評価する身体動作の物理的特徴量の検討である。従って, 客観的な手法によって様々な作品に対しても個々の特徴を捉えることができる頭川の手法を用いる。本研究では頭川の手法に基づいて印象語対の設定を行った。印象語対には, 頭川が導いた意味空間構成モデルの各因子に含まれる構

成尺度を用いる。各因子には複数の構成尺度が存在するが, 頭川が行った複数の印象評価実験において出現した頻度の最も高かった構成尺度を印象語対として用いる。印象語対の一覧を表 1 に示す。

4. 舞踊動作データの特徴量

モーションキャプチャデータは多関節・時系列の人体動作データであり, そのままでは非常に高次元であるのでデータを直接, 印象語との相関評価に用いることは困難である。そこで, 元のデータからその特徴を表すより低次元の特徴量(特徴ベクトル)を抽出し, 解析に用いることを考える。本研究では, 統計的な特徴量(全フレームの関節角速度の平均 V)と, Muller らによって提案された Related Motion Feature を用いた。

4.1 Related Motion Feature

Related Motion Feature(以下, RMF)は, モーションキャプチャデータの検索のために考案された特徴ベクトルである。RMF は 39 次元のバイナリ値で構成されるベクトルであり, データの各フレームにおいて体部位(マーカ)の相対的な位置関係や速度から算出できる。表 2 に RMF の一覧を示す。例えば, 特徴量 F15(図 5 左)は右足が左足より後ろにあるかを示す値であり, 右足が後ろにあれば 1, そうでなければ 0 となる。これは, 左足かかと, 左腰, 右腰で作る平面に対する右足の位置を判定することで求められる。特徴量 F3(図 5 中央)は右手が上がっているかを示す値であり, 腰から首方向を垂直ベクトルとする平面を首を通る位置に作り, 右手とその平面の位置を判定することで求められる。また, 特徴量 F20 は右膝が曲がっているかを示す値であり, 右腰と右膝と右かかとで作る角度を判定することで求められる。RMF ではこのようにして, 体の様々な部分の相対的な位置関係や速度から体の姿勢を定義する。

表 1 意味構成空間モデルにおける印象語対

因子名	印象語対
明快性(明快感 - 暗然感)	愉快な - 不快な
審美性(美的感 - 醜悪感)	美しい - みにくい
力動性(活動感 - 沈静感)	激しい - 静かな
弾力性(硬直感 - 柔軟感)	かたい - やわらかい
調和性(協和感 - 不協和感)	まとまった - ばらばらな
重量性(軽量感 - 重量感)	軽い - 重い
難易性(難行感 - 易行感)	むずかしい - たやすい
空間性(広大感 - 狭小感)	広い - 狭い

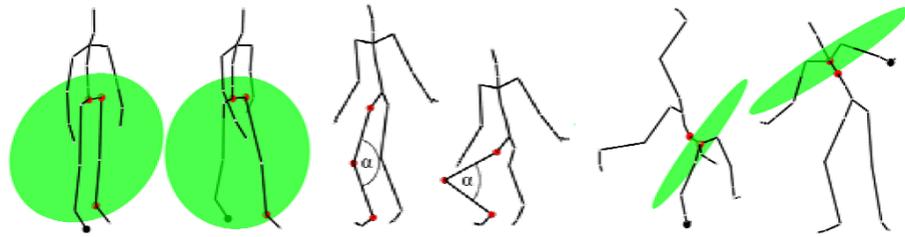


図 5 Muller らの手法による身体動作特徴の例 (文献²⁾ より引用)

RMF は各フレームにおいて求められるが、近傍のフレームでは似通った値が出やすい傾向がある。しかし我々の解析では、動作に対する特徴的な姿勢 (ポーズ) とそこから受ける印象の関係を明らかにするため、全てのフレームを解析に用いるのではなく、白鳥らの研究¹¹⁾と同様、動作から「キーポーズ」を抽出し、そのフレームに対する RMF を解析に用いることとした。

5. 実験と結果

前章で述べた 2 種の動作特徴と印象評価が持つ関係を明らかにするため、印象評価実験を行う。

表 2 RelatedMotionFeature(RMF) の一覧

特徴量の番号	内容	特徴量の番号	内容
F1(F2)	右 (左) 手が前に動いている	F23(F24)	両足が近付いている (離れている)
F3(F4)	右 (左) 手を上げています	F25(F26)	右 (左) 足の動きが速い
F5(F6)	右 (左) 手が上に動いている	F27(F28)	右 (左) 手が外転している
F7(F8)	右 (左) 肘が曲っている	F29(F30)	右 (左) 足が外転している
F9(F10)	両手が離れている (近づいている)	F31	腰が曲がっている
F11(F12)	右 (左) 手首が腰から離れている	F32	横になっている
F13(F14)	右 (左) 手首の動きが速い	F33(F34)	右 (左) 手が下にある
F15(F16)	右 (左) 足が左 (右) 足より後ろにある	F35(F36)	右 (左) 肩が回っている
F17(F18)	右 (左) 足が持ち上がっている	F37	体を丸めている
F19	両足首が離れている	F38	体を縮めている
F20(F21)	右 (左) 膝が曲がっている	F39	腰の動きが速い
F22	足が交差している		

表 3 選択したビデオの種類の一覧

舞踊番号	演者番号	時間 (s)	舞踊番号	演者番号	時間 (s)
1	1	9	13	6	28
2	2	46	14	5	54
3	3	18	15	4	24
4	4	29	16	3	21
5	5	9	17	2	13
6	6	102	18	1	28
7	1	15	19	6	38
8	2	37	20	5	17
9	3	5	21	4	28
10	4	24	22	3	18
11	5	25	23	2	20
12	6	22	24	1	18



図 6 ビデオ画面の一例

5.1 印象評価実験

対象とする舞踊動作は OptiTrack 社の光学式モーションキャプチャシステムを用いて撮影し、神戸女学院大学音楽部音楽学科舞踊専攻の学生 6 人が演じた。撮影によって得られた舞踊動作は全部で 96 本、合計 43 分となった。得られた動作データに独自のレンダリングソフトウェアでアニメーションを作成し、舞踊に関する専門知識を持たない 10~20 代の被験者 (男性 7 名、女性 4 名) に見せ、受けた印象を評価させた。

各被験者は、96 本のビデオのうち 24 本を閲覧し、アンケートに示された 4 つの印象語対 (「激しいー静か」、「広いー狭い」、「軽いー重い」、「難しいーたやすい」) に対する印象の強さを 5 段階評価で回答する。

選択したビデオの種類およびビデオ画面の一例を表 3 と図 6 に示す。

5.2 関節角速度と印象評価の関係

関節角速度の平均値 V と印象語対の評価値の関係性を調べた結果を図 7~図 10 に示す。

図 7 より関節角速度は印象語対「激しいー静か」と強い正の相関関係が示されている。またピアソンの積率相関係数も 0.91 となり強い正の線形相関を示している。以上より、関節角速度が動作の激しさ、強さを表現する尺度として有用であることが明らかとなった。

一方、図 8~図 10 より、関節角速度と印象語対「広いー狭い」、「軽いー重い」、「難しいーたやすい」には相対的に見て弱い相関関係しかみられなかった。

5.3 RelatedMotionFeature と印象評価の関係

キーポーズフレームにおける RMF 各要素の出現率と印象評価の関係を評価する。白鳥らの手法¹¹⁾と同じ方法で動作データからキーフレームを求め、そのフレームにおける RMF を求める。次に、RMF 各要素の (全キーフレームに対する) 出現率を計算し、印象評価得

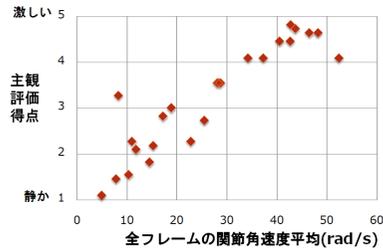


図 7 関節の角速度と印象語対「激しいー静か」の相関関係

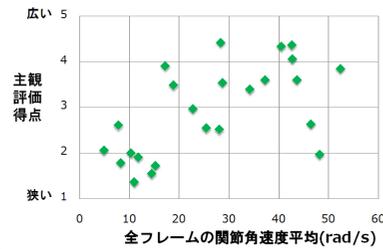


図 8 関節の角速度と印象語対「広いー狭い」の相関関係

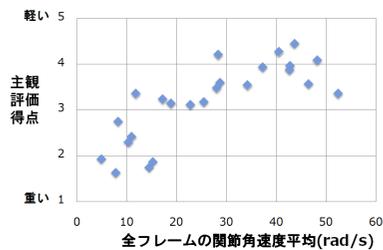


図 9 関節の角速度と印象語対「軽いー重い」の相関関係

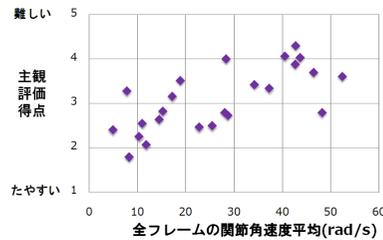


図 10 関節の角速度と印象語対「難しいーたやすい」の相関関係

点との相関性をピアソンの積率相関係数で評価した。4種の各印象語対に対する相関係数を表4に示す。また、表内のEは舞踊動作で出現しなかったことを表している。例えば、F32の横になっているという特徴はどの動作にも表れていない。

F25, F26やF39はどの印象語対とも正の相関をもつ特徴といえ、また、足の広がりや記述するF19, F23, F24, F29, F30や、四肢の広がりや記述するF38は印象語対「広いー狭い」と特異的に強い正の相関をもつことが明らかとなった。このことから、RMFによる姿勢の特徴は、印象語対「広いー狭い」を表す尺度として利用できる可能性があると考えられることができる。

5.4 考察

以上の実験によって明らかとなった各印象語対の評価値と舞踊動作から得た特徴量の相関性を踏まえ、それぞれの印象を特徴づける要素が明らかとなった。以下に印象語対ごとにその要素について述べる。

5.4.1 印象語対「激しいー静か」を特徴づける要素

実験より、「激しいー静か」は、関節角速度の平均値と強い相関があることが明らかになった。「激しい」と評価された動作を見ると、しゃがんだり、ジャンプしたり、手を伸ばしたりと体を変形させる大きな動作が入っているものが多く、これらの要素が人間にとって激しいと評価される要素であると推測できる。また、「激しい」と評価される動作の速度平均値は一定以上の値が必要ではあるが、速ければ速いほど激しいと評価されるわけではないことがわかった。一方で「静か」と評価されるものは、部分的に大きな動作が入っていても、平均速度が小さければ静かであると評価されている。

5.4.2 印象語対「広いー狭い」を特徴づける要素

関節角速度は評価に影響を与えていないが、RMFのF19, F23, F24, F30等、手足を四方八方に伸ばすように動かしている指標と高い相関性が見られた。これは、大きな空間を

表 4 各特徴のキーポーズ出現率と各印象語対の相関係数

印象語対	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
激しいー静か	0.767	0.823	-0.033	-0.001	0.734	0.624	-0.181	-0.136
広いー狭い	0.62	0.589	0.131	-0.0038	0.371	0.381	-0.242	-0.394
軽いー重い	0.672	0.763	0.0642	0.0185	0.617	0.56	-0.33	-0.344
難しいーたやすい	0.677	0.626	0.0116	0.0336	0.543	0.441	-0.166	-0.225
印象語対	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15	F16
激しいー静か	0.0625	0.764	0.762	0.695	0.803	0.876	0.198	-0.184
広いー狭い	0.0599	0.638	0.464	0.515	0.6275	0.671	0.456	0.265
軽いー重い	0.0639	0.71	0.67	0.662	0.765	0.828	0.274	-0.124
難しいーたやすい	-0.0478	0.595	0.62	0.5	0.64	0.668	0.361	0.122
印象語対	F17	F18	F19	F20	F21	F22	F23	F24
激しいー静か	0.502	0.271	0.71	0.18	0.511	-0.265	0.548	0.672
広いー狭い	0.688	0.478	0.808	0.207	0.431	-0.0565	0.773	0.761
軽いー重い	0.502	0.29	0.605	0.243	0.61	-0.205	0.627	0.722
難しいーたやすい	0.526	0.493	0.71	0.14	0.505	-0.0439	0.621	0.603
印象語対	F25	F26	F27	F28	F29	F30	F31	F32
激しいー静か	0.846	0.896	-0.332	0.136	0.682	0.508	0.27	E
広いー狭い	0.7	0.681	-0.0763	0.118	0.816	0.748	0.197	E
軽いー重い	0.76	0.825	0.053	0.189	0.703	0.524	0.417	E
難しいーたやすい	0.775	0.789	-0.144	-0.128	0.726	0.71	0.0891	E
印象語対	F33	F34	F35	F36	F37	F38	F39	
激しいー静か	0.236	-0.056	0.358	-0.358	0.245	0.427	0.81	
広いー狭い	0.415	0.0933	0.306	-0.306	-0.0153	0.619	0.754	
軽いー重い	0.324	0.0158	0.534	-0.534	0.19	0.592	0.821	
難しいーたやすい	0.458	0.133	0.302	-0.302	0.206	0.469	0.747	

利用している動きやポーズが広いと評価される要素であることを示している。また、体の動かし方だけでなく、体の向きや位置も一定ではなく様々に変化していくこともより広いと評価される要素であると考えられる。また体部位の中でも足を広げることが広いと評価される上で重要である。一方、狭いと評価されている舞踊は、動きが少ないもの、もしくは体を収縮させる動き(両手を胸に近づける、頭を垂らすなど)を含むものが多い。

5.4.3 印象語対「軽いー重い」を特徴づける要素

印象語対「激しいー静か」と似た傾向を持っており、大きな動作が入っているものは軽いと評価されている。しかし、軽いと直接イメージする動き(両手を広げてひらひらと振る動き)などがあつた場合、動作の大きさや激しさに関係なく軽いと評価されている。また、上に伸びるような動き(手を真上に挙げる、顔を上に向けるなど)は軽い印象を与える要素であり、下に沈むような動き(手を垂らす、うつむくなど)は重い印象を与える要素である。

5.5 印象語対「難しいーたやすい」を特徴づける要素

動きが多くて速い舞踊は難しい印象だと評価され、また柔軟性の面から難しいポーズ(足を頭より高く上げるなど)を含む舞踊も難しい印象を与える要素となっている。しかし、動きが多く速くても単純な動作の繰り返しであった場合はたやすいと評価されることもある。

6. おわりに

本研究では、舞踊動作の印象を表現する評価軸を明らかにした頭川¹⁾の成果を用いて、モーションキャプチャにより取得した舞踊動作データから得られる印象と特徴量を比較し関連性を求めた。まず、演者に様々な印象語を表現した動作を演じさせ舞踊データを取得した。舞踊動作データの特徴量として関節の角速度と RelatedMotionFeature を利用し、頭川が提案する身体動作の意味空間構成モデルの4つの印象語対「激しいー静か」「広いー狭い」「軽いー重い」「難しいーたやすい」に対応させることを考えた。撮影した舞踊動作の印象を一般ユーザに評価させ、その印象評価と舞踊動作データの特徴量の相関性を求めた。以上の結果、関節の角速度は印象語対「激しいー静か」と、RMFの一部の要素は印象語対「広いー狭い」と特に高い相関関係にあることを明らかにした。今後は、「激しいー静か」「広いー狭い」以外の印象語対に対して本解析手法を適用することや、新たな物理特徴量の導入、本解析結果を他のモーションキャプチャデータやデータベース等に適用し、結果を確認することなどを考えている。

謝辞 本研究は、総務省 SCOPE 若手 ICT 研究者育成型研究開発 (ICT 安心・安全技

術)「三次元データ認識による災害状況自動計測システムの研究開発」の支援を受けて行われた。また、本研究は文部科学省科学研究費「遮蔽や人体形状変化に頑健な非装着型モーションキャプチャ」の補助を受けて行われた。

参考文献

- 1) 頭川昭子：“舞踊のイメージ研究”，不味堂出版(1995)。
- 2) Müller, M., Röder, T. and Clausen, M.: “Efficient Content-based Retrieval of Motion Capture Data”, *Proceedings of ACM SIGGRAPH 2005*, Vol.24, No.3, pp.677-685 (2005).
- 3) Müller, M. and Röder, T.: “Motion Templates for Automatic Classification and Retrieval of Motion Capture Data”, *Proceedings of the 2006 ACM SIGGRAPH/Eurographics symposium on Computer animation*, pp.137-146 (2006).
- 4) Kensuke, O., Christos, F. and Hodgins, J.K.: “FMDistance: A Fast and Effective Distance Function for Motion Capture Data”, *Short Papers Proceedings of EUROGRAPHICS* (2008).
- 5) Deng, Z., Gu, Q. and Li, Q.: “Perceptually Consistent Example-based Human Motion Retrieval”, *Proceedings of ACM SIGGRAPH Symposium on Interactive 3D Graphics and Games 2009* (2009).
- 6) McDonnell, R., Larkin, M., Dobbyn, S., Collins, S., C.O’ Sullivan: “Clone attack! perception of crowd variety”, *ACM Transactions on Graphics (SIGGRAPH 2008)*, Vol.27, No.3 (2008).
- 7) McDonnell, R., Jorg, S., McHugh, J., Newell, F. and O’Sullivan, C.: “Evaluating the Emotional Content of Human Motions on Real and Virtual Character”, *Proceedings of the 5th symposium on Applied perception in graphics and visualization*, pp.67-74 (2008).
- 8) 小林重順：“配色イメージワーク”(1995)。
- 9) 八村広三郎, 英保茂：“色彩分布と印象語に基づく絵画データの検索”，情報処理学会研究報告, 人文科学とコンピュータ研究会報告, Vol.95, No.91, pp.37-44 (1995)。
- 10) 辻康博, 星守, 大森匡：“曲の局所パターン特徴量を用いた類似曲検索・感性語による検索”，電子情報通信学会技術研究報告. 音声研究会 (SP), Vol.96, No.565, pp.17-24 (1997)。
- 11) 白鳥貴亮, 中澤篤志, 池内克史：“モーションキャプチャと音楽情報を用いた舞踊動作解析手法”，電子情報通信学会論文誌, Vol.J88-D2, No.8, pp.1662-1671 (2005)。
- 12) Bartenieff, I. and Lewis, D.: “*Body Movement - Coping with the Environment*”, Gordon and Breach Publishers (1980)。
- 13) Amighi, J.K.: “*The Meaning of Movement: Developmental and Clinical Perspectives of the Kestenberg Movement Profile*”, Gordon and Breach Publishers (1999)。