

感性情報に基づくバレエの腕動作に関する研究

野地 朱真

A Study of Emotion-oriented Ballet Arm Motion

Noji Suma

Abstract

The motion of animated character requires not only the realistic motion data derived from motion capture system but also the various types of non-realistic expressions that leads audience emotion. Applying emotion-oriented motion data that was described by the adjunct or adjective to a content direction is very important. In traditional method using existing applications, the animator must have recreated the whole motion data again in the case of changing the expression. This paper proposes the new method to create emotion-oriented-animation automatically by transform and editing the motion parameters in the motion data. At the beginning, basic arm movement in ballet were considered for the researching the relationship between emotional information and its behavior. In this paper, the analysis about complicated emotion to each primitive emotion is discussed in order to evaluate their correspondence. An experimental animation illustrates the correspondence with a factor of emotion.

Key Word: computer graphics, emotion-oriented, emotional expression, animation

[要約]

コンピュータグラフィクスによるキャラクタの動作作成において、モーションキャプチャリングなどを用いた写実的データのみならず、受けての感性に訴求する表情豊かなアニメーションの実現が重要である。コンテンツ制作においては、同種の動作でも副詞句などで表されるような感性情報に対応する表現の変化を、演出に応じて柔軟に作成する必要が生ずる。しかし既存アプリケーションを用いた従来手法では、微妙な表現の変化に対応するには、すべてを最初の段階から作り直さなければならない。そこで本論文では、副詞句や形容詞句で表されるような感性情報に応じた動作を、運動パラメータの変換操作により半自動的に作成することを将来的に視野に入れ、まず感性情報とそれに対応する基本的な動作の関係を研究する。感性に対応する動作の実験として、バレエにおける腕の羽ばたき動作を取り上げる。複雑な感性情報に対し要素分解を試み、「強い」「弱い」を含む感性の要素に一次元的に対応する動作を編集により作成する手法とその可能性について述べる。

キーワード：コンピュータグラフィクス、感性情報、感性表現、アニメーション

1. はじめに

キャラクタアニメーションがアートやエンタテインメント等、今日の映像コンテンツの中で用いられる場合、動作の写実性に加えて、美しさや大胆さ、誇張や強調といった感性に訴える表現は欠かせない要素である。受け手に一定の印象を与えることを期待し、演出の目的を果たすには、感性に対応する表現を実現する必要がある。また、ウォルト・ディズニーのアニメーションのように、実写では不可能な強調・誇張した表現がCGのキャラクタアニメーションでは可能である。感性情報とは、文献[1]による調査が報告するように、受け手の深い知識と感覚に基づく感性が関係する、複合的かつ相対的なものであるとされている。そのため、情報科学として取り扱うには極めて挑戦的な領域である。しかし、アニメーションコンテンツ制作を支援するための要素として、動作データに対する感性表現の付与は重要である。

コンピュータグラフィクスによりキャラクタの動作を作成する一般的な手法としては、伝統的なキーフレーム法やモーションキャプチャリング、力学シミュレーションによる生成などが挙げられる。本論文では、コンテンツ制作において最も多用されるキーフレーム法以外にも、シミュレーションにより生成した動作データやキャプチャリングなどでいったん取得したデータに対し、感性に訴求する表現を付与することをも想定し、その作成手法について提案する。シミュレーションにより生成した動作には、感情を示すような意志は介在せず、外から受ける力のみで運動を行ったデータになっている。もし、意志による演技を入力トルクとして力学モデルに組み込むことが出来れば、感性表現を含めた動作データの生成が可能だが、それには、感性情報とは何か、またそれに対応する動作とはどのようなものが詳しく知る必要がある。一方、人間が感性の源である感情を表す場合に最も多く用いる身体部位として、腕先が挙げられる。特に舞踊では文献[12-13]で述べられように最も顕著とされる。そこで本章では、バレエの腕動作を参照し、次のような段階で感性情報に対応する動作の作成を試みる。

感性情報を形容詞で表す要素に分解

バレエの腕動作の感性表現分析

運動パラメータ編集による腕動作の感性表現を獲得

以上により、生成した動作に対し新たに感性表現を付与する手法とその可能性について述べる。

2. 感情と感性情報

感性の源となる感情について、文献[2-9]では以下のように分析されている。

「感覚はたいていの場合感情によって色づけられている。例えば寒いという感覚は、普通はなにかしら憂鬱な感情によって色づけられる。感情はわれわれの五感がそれぞれ提供し

てくれる感覚情報を総合するだけでなく、さらに人間の心の奥底にある何かを価値基準として加えることにより、外的世界と内的世界を総合した複雑な情報を作り上げている。感覚の価値判断はヒトが動物として生きるために必要であるが、感情や感性に基づく価値判断は芸術作品を生み出す人間の創造性と深く関係する。」

また、R. Plutchik によれば、感情は図 1 が示す 8 つの基本感情モデルによって表される。以下に彼の言葉を引用する。

「感情モデルとは、それ以上還元不可能な感情の最小単位である基本感情で表現される。なぜなら、基本感情が複数結合することで、基本感情以外の様々な感情が生み出されるからである。」

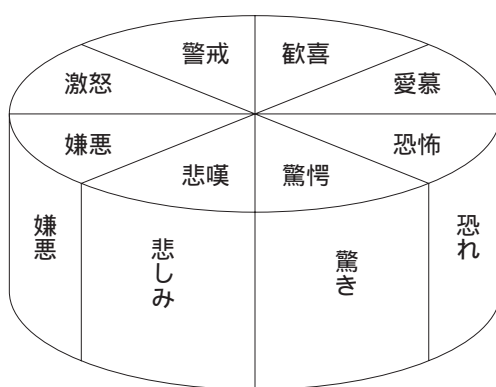


図1 R. Plutchikの感情モデル

感性情報の形態分類については、文献 [10-11] によると、以下の 4 種類となる。これは現時点で、情報処理の対象として扱える領域である、と述べられている。

(1) シンボル感性情報

1 つの形容詞で客観的に表現できる情報。最も簡便に感性を表現するもので、たとえば、「すがすがしい」とか「暖かい」などの形容詞が相当する。

(2) パラメータ感性情報

形容詞空間において 1 ベクトルとして表現される情報。いくつかの形容詞ではられる空間内で、主因子分析の結果求められるような座標データとして定義できるもの。

(3) パターン感性情報

物理量ではあるが特徴抽出やパラメータ化が難しいために、「感性」の一言で表現されてきた多次元パターン情報。たとえば、楽器の音色、物の質感、量感などがこれに相当する。

(4) イメージ感性情報

人間の心に湧く心像、心の中ではパターン情報のように視覚的あるいは聴覚的形をもっているが、具象として表現しにくい直感・ひらめきなどがこれに相当する。

本論文では、感性情報が複雑に合成されることで動作との因果関係が不明瞭にならないよ

うに、上の分類で(3)のパターン感性情報とされる感情を、単純な感性要素に分解し、(2)のように、1方向のベクトル成分として、動作との関連付けをメタパラメータとするアニメーションを作成し、実証することを試みる。

3. 動作における感性表現

人の感情と動作の関わりについては、文献[15-24]で論じられている。それによると、感性情報の抽出あるいは付与については、次の手法が提案されている。

平常時・感情付与時のキャプチャリングデータより特徴スペクトラムを算出[19]
briskness(活発)パラメータを用いたモーションの制御。デジタルフィルタのパラメータ調整により、入力データ以外の情報を付与する[21]

一方、運動における動作の中で、最も人間の情緒に訴え感銘を与えることが可能な領域の例として、クラシックバレエが挙げられる。ほかに体操演技やアクロバット運動などと並んで、その肉体表現テクニックは長期に渡る訓練がされなければ実現出来ないものである。さらに、そこでは運動のダイナミズムだけではなく、優美さや悲しさ、激しさ、力強さ、といった感性情報が動作によって示されている。それが人の心に訴えかけてくる。また古来から人間の娯楽に欠かせないものとして、ダンスは音楽と並び取り上げられてきた。舞踊の種類は多く、またその振り付けをコンピュータグラフィクスにより記述する試みも行われている。その複雑で美しい動きに対し、振り付けの習得や教育、また創作のために記号化して表現しようとする試みがある。古くは文献[13-14]にも紹介されている舞踏譜で、ワルツのステップを楽譜のように符号化する手法を用いている。また図2に示す、劇団わらび座が開発した3次元デジタル舞踏符は、日本の民族舞踊をパートに分けた上で独自の言語を使って記述している。その伝承を守り、且つ新しい創作舞踊の振り付けを支援することを目的としたものである。また、文楽の人形データと舞踏譜の記述に関して、文献[15]で報告されている。このように、動作を記号化する研究は多いが、舞踏と感性情報についての研究は少ない。その中で、文献[22]では、感情表現と首および肩の中心、胸を結ぶ正中線の角度を関連付け、バレエの動作を制御する極めて興味深い手法について提案している。その様な研究にもかかわらず、受け手の感性に対応する動作について報告されている事象は充分ではない。これらの課題を客観的に明白にしてゆくには、さらに多くの観点からの考察が必要になると言える。

4. 羽ばたき動作の分析

ここでは、感性情報に対応する動作の分析および実験の対象にバレエの腕の動作を取り上げる。図3は、トロカデロ・モンテカルロバレエ団のダンサーによる「瀕死の白鳥」における動作である。バレエ史上、著名なプリマであったマイヤ・プリセツカヤの言葉によれば、

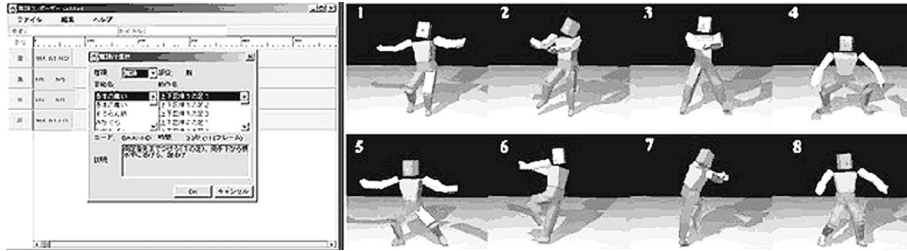


図2 劇団わらび座の「3次元舞踏符」

バレエにおける身体表現で重要な部分は、「腕、足、顔の向き、指、つま先、腰、そして全身だ。」と語っている。この言葉は頭の天辺からつま先に到る全身全霊を用いた表現を意味している。個々の関節部位とそれらが組み合わさったときに表現される感性は、その組み合わせ通りの数だけ存在する。どこが最も重要な部位であると限定することは難しい。しかしその中でも、脚の役割は拍を刻むもので、上半身、特に腕は表情を作るのに適していると言われている。これはバレエの指導を担当するレベルのダンサーも述べていることである。また顔の表情は感性表現において大変重要な役割を担っており、視線がどちらを向いているかだけでも、悲しみや怒り、うれしさを表すことが可能である。このことは、能面がその角度の違いだけで様々な感情を表すことを例にとっても理解される。しかし生きた人間の表情は、筋肉のわずかな動きによって全く意味合いが変わってくるデリケートなものであり、複雑で膨大な情報を内包している。そこで、今回は問題を単純化するため、表情については別の機会に譲り、腕の表現だけに注目した実験を行うこととする。さて、「瀕死の白鳥」における羽ばたき動作において、感性表現は肩より下位の関節である腕を中心に演じられる。ストーリーは、傷を負った白鳥が最後の力を振り絞り、迫り来る死に耐えながら、弱よわしく悲しげに、しかしまた死力を尽くして力強く羽を上下させる動きに終始する。4.では、実際のバレエのビデオ画像を参照し、羽ばたき動作について、「柔らかい」および「強い」「弱い」を表現するための動作について仮説をたて、姿勢と運動速度に対する編集を行い、実証を試みたものである。

トロカデル・モンテカルロバレエ団は、クラシックバレエを男性が踊る喜劇的な演出を目指している。従って動作は強調され、本来の動作より大きな身振りとなっている。図3のシーンは、死の淵から蘇ろうと力強く羽ばたくシーンであるが、肩の付け根の回転角度が通常の振り付けより大きくなっている。また速度は速く、肩から手の末端に届くまでの角度が直線的になっていることがビデオ画像より観察される。物理的な運動の原理では、羽のはばたき動作のように非剛体で長さのある形状が、その端点から力が加えられて動くとき、力の伝播は末端に向かって若干の漸次的時間差を生じる。そのため、角運動の開始タイミングが徐々に遅れてくるのである。すなわち、上から振り下ろすときには、手の先が最も後から追従する。肩と胴体との間の角運動に比べて肘の動きが遅れる。さらに遅れて手首の関節が回

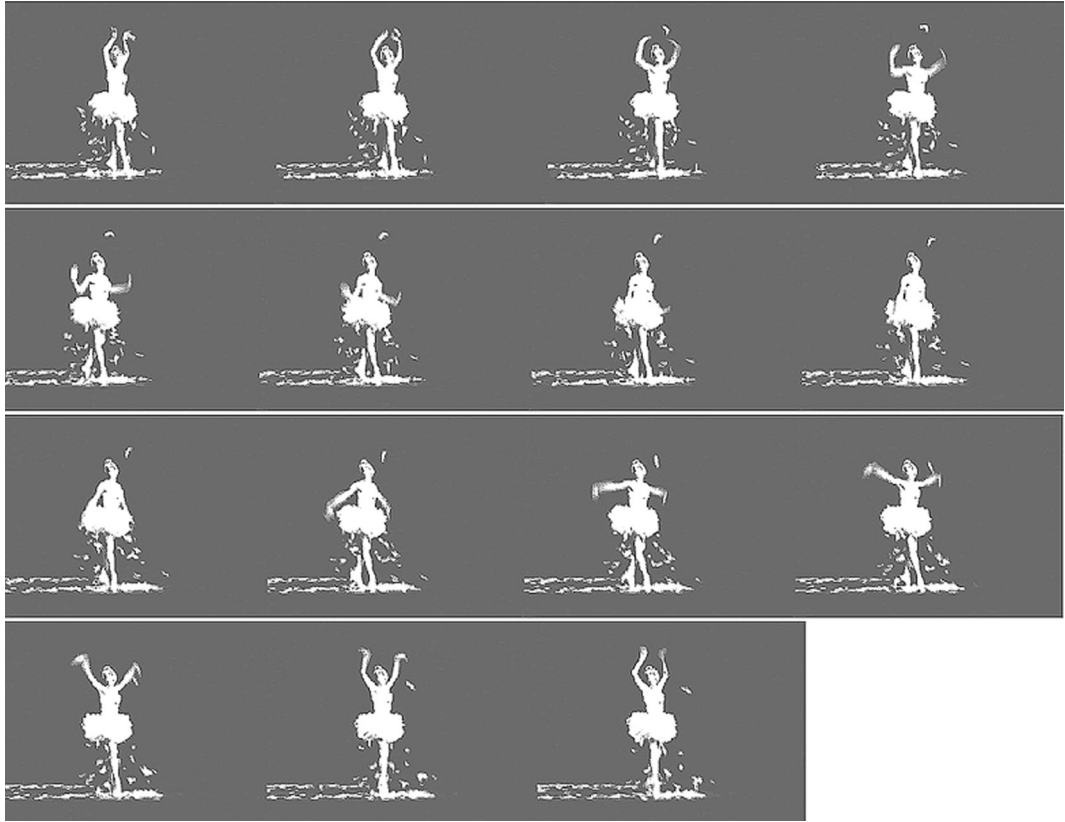


図3 トロカデロ・モンテカルロバレエ団による瀕死の白鳥より

転を始めることになる。また腕を振り下ろすときも同様である。そこで動作と感性表現の関連について以下の仮説を立てた。感性情報として取り上げるキーワードは、形容詞の要素がひとつのみと考えられる、「柔らかい」「強い」「弱い」の3種類とした。「優雅」「優しい」の感性情報の中には「柔らかい」「弱い」「ゆっくりした」などの複合的な要素があると考えた。依って因果関係の明確化には、第一段階として、不適切と判断した。また、「激しい」は、「強い」「速い」「直線的」などの複合として、「悲しい」は「弱い」「ゆっくりした」などの複合成分を持つと考え、これも対象としなかった。ここでは、「強い」「弱い」「柔らかい」が、2. で述べた分類で(2)のように、一次元的に動作の座標データが割り当て可能であることを期待している。

以下の1)~4)は、アニメーション作成時に立てた仮説である。

- 1) 関節の回転運動が開始されてから、下位のリンクになるに従ってタイムラグが大きい方が、柔らかく感じる。
- 2) 関節角度を下位リンクになるに従って大きくするほうが、柔らかく感じる。
- 3) 羽ばたきの腕の関節角度は、大きいほど力強く、小さいほど弱よわしく感じる。
- 4) 速度は、速いほど力強く感じ、遅いほど弱よわしく感じる。

仮説についての実証実験を5. で述べる。

5. 編集による感性表現のアニメーション

4. で立てた仮説の1)~4)について、実際の3D キャラクタモデルを用いて、コンピュータグラフィクスによるアニメーションを作成した。図4は、実験に用いたモデルで、合計18のジョイントで構成した。手は指先全体と掌の2つの部分に分かれているが、今回の実験では細部にとらわれることのない姿勢を意図するため、指は一定の角度に保ち、バレエの基本姿勢であるニュートラルな軽く曲げた状態としている。また、動作データは、1/30秒を単位とする時間軸上で、各関節のx、y、z、3軸中心の回転角度を運動パラメータとする図5のような3次関数曲線として表される。

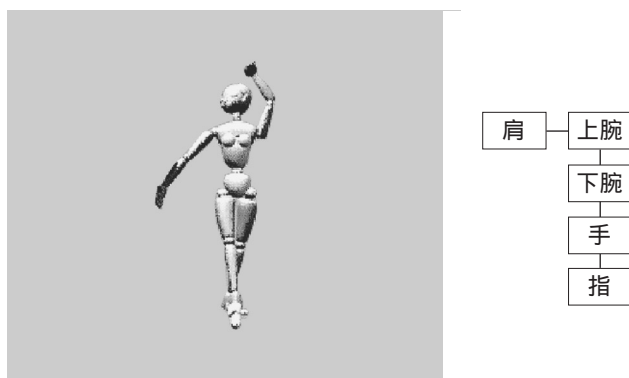


図4 合計18ジョイントのポリゴンモデルと腕の木構造

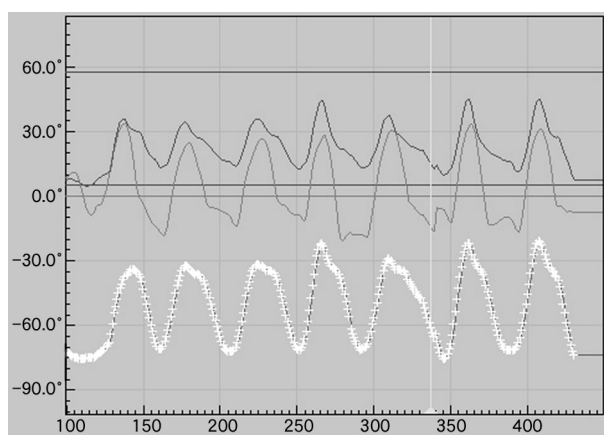


図5 肘関節の3軸中心回転角を示す3次関数曲線

はばたき動作において、肩の付け根すなわち上腕がもっとも上部に位置するときと最下部に位置するときのz軸回転グラフを図6に示す。グラフの時間軸上での回転角の大きさを理

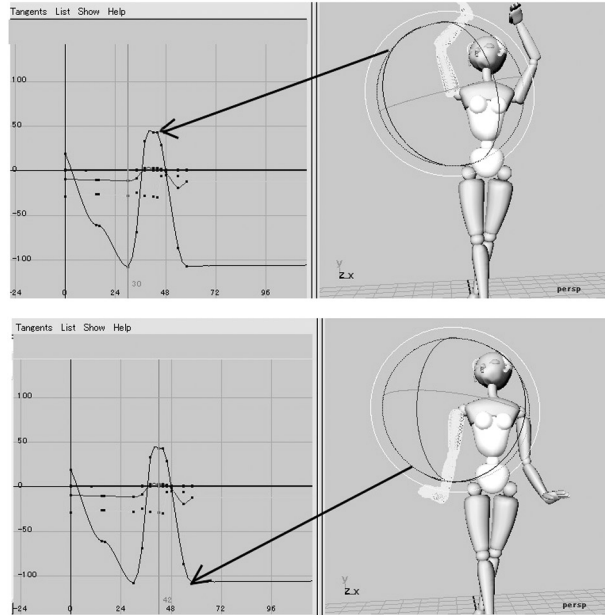


図 6 腕の z 軸回転運動における上腕の状態とパラメータ

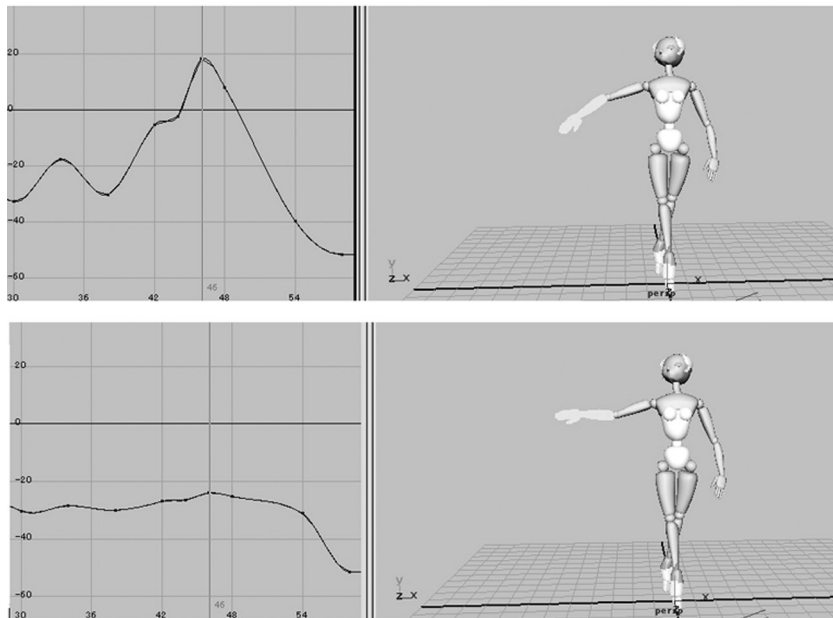


図 7 スケーリング変換による下腕の回転運動とパラメータのグラフ

解することができる。また図 7 は、上のような下腕の z 軸中心回転角パラメータをスケーリングにより縮小して変換された小さい回転動作の結果とその角度を示すグラフである。

図8は、仮説1)で述べた動作のタイムラグについて実験を行ったものである。腕の振り上げ動作のとき、腕の付け根のリンクから第3番目の手のリンクについて、それぞれ回転運動開始時間を1.2倍～1.8倍スケーリングしている。

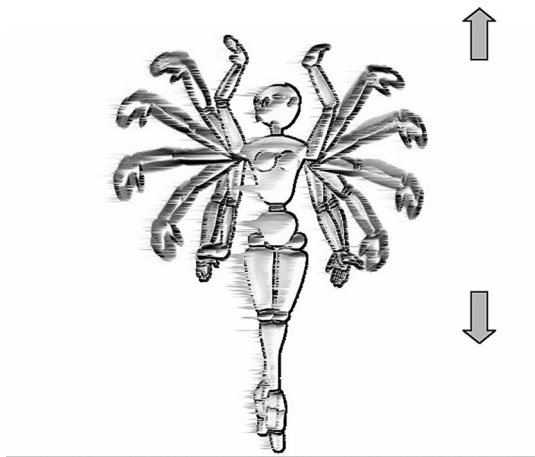


図8 腕の振り上げ動作におけるルート(肩)の角度制御
下位リンクになるに従って角度が大きくなる

また、図9は仮説2)の実験結果である。腕を振り上げる角運動において、腕の付け根から下位リンクに従ってz軸中心回転角度を1.2倍～1.8倍、スケーリングしている。また、図10、11は3)、4)の仮説におけるアニメーションの結果を示している。

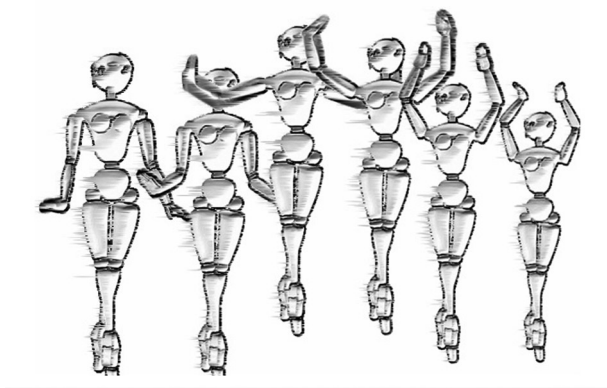


図9 腕の振り下ろし動作におけるルート(肩)と下位リンクの運動時間制御に関するアニメーション結果
下位になるに従ってタイムラグを大きくした

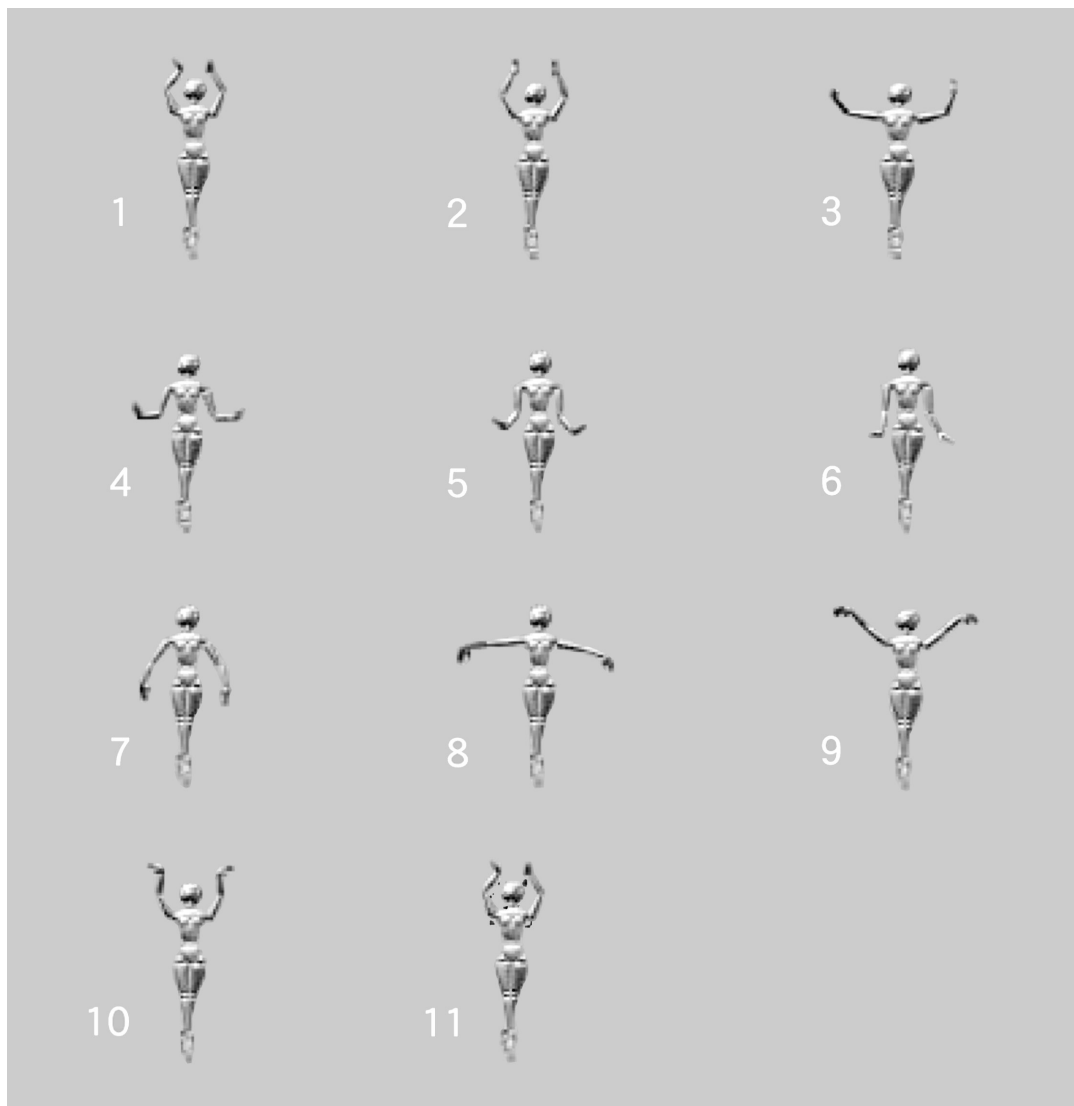


図 10 肩関節の回転運動が大きいいはばたき動作

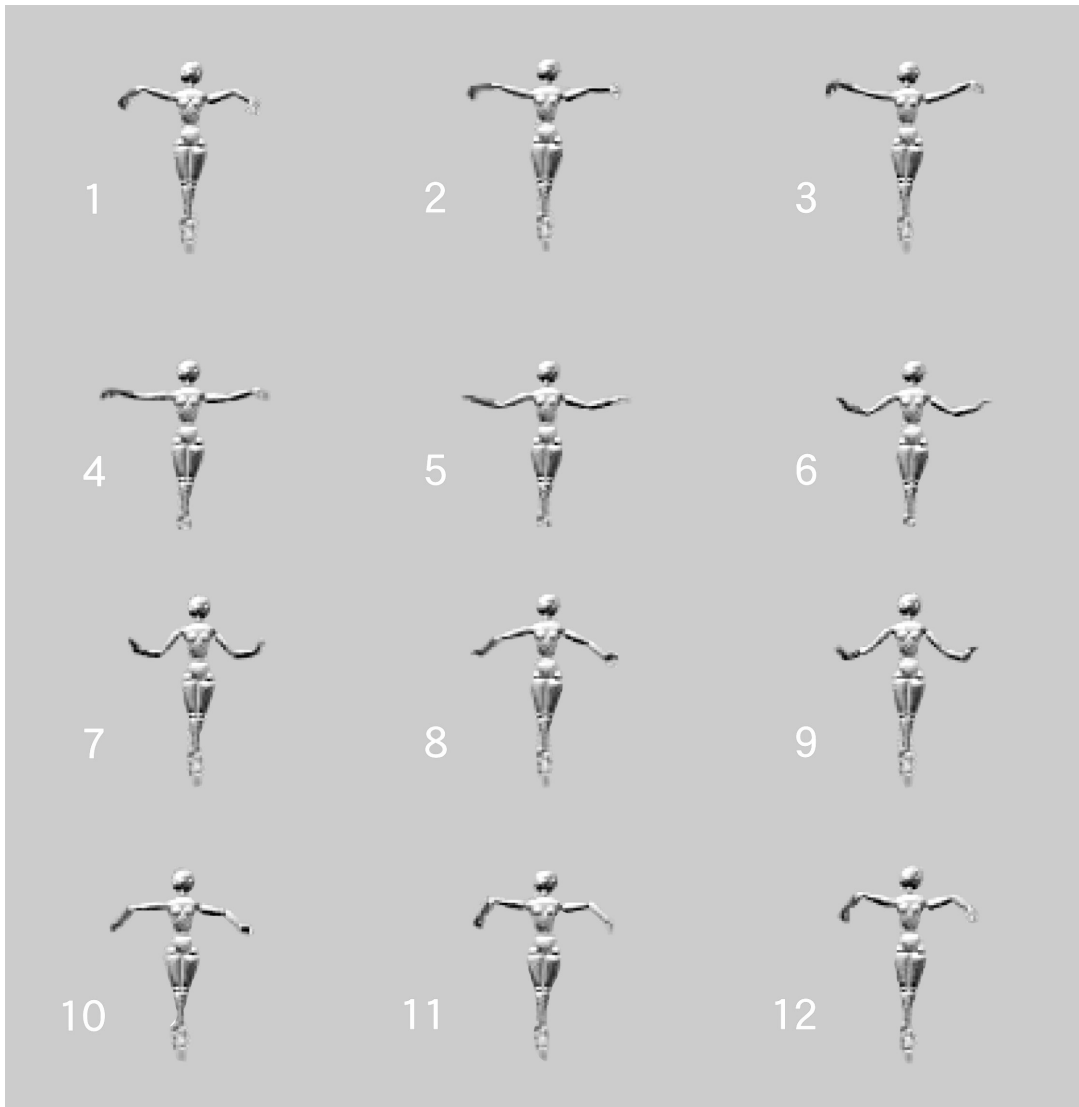


図 11 肩関節の回転運動が小さいはばたき動作

実験の結果

以上、1)～4)の仮説に基づくアニメーションを作成し、18歳～22歳のコンピュータグラフィクスを学ぶ12名の大学生の被験者に見てもらい、その印象を次のようにまとめた。

- 1)の実験では、タイムラグを大きくすると、腕はよりしなやかな印象になる。
- 2)では、関節の角運動量の差が下位リンクで、大きくなるほど腕が柔体の様に感じられる。
- 3)の実験では、力強さは羽ばたきの大きさとも関連するが、それだけでは無く、4)の速度が影響する。同様に、速度が遅くかつ角運動が小さいときに弱よわしさが印象付けられる。さらに、1)、2)の複合は「優雅」な印象を与える。また力強さは、4)に挙げた動作の速度が速く、しかも1)や2)での上位リンクから下位リンクにかけての、運動開始タイムラグおよび角運動量の差が少なく、直線的な動作であることが影響する。また、羽ばたきの肩の回転角度が大きく、速度が速く且つ直線的な動作の場合には、「激しい」という印象を受けることが確認された。以上のように、仮説で予測した結果より、やや複雑な対応関係が見受けられるところもあったが、羽ばたき動作についての感性情報である3種類の形容詞と運動速度および姿勢との関連付けが掌握された。

これまでに述べた手法を拡張すれば、その他の腕の感性表現に対応する動作も編集により作成可能であることが予想される。例えば、アクロバット運動における腕の上げ下ろし動作、着地時の手の動作などへの適用が考えられる。このことから、キャプチャリングなどの手段で取得した腕のみの動作を編集し、感性に訴求する動作を作成しシミュレーションで生成したデータやキャプチャリングデータに対して合成を行えば、感性表現を付与することが可能となる。

6. おわりに

本論文では、コンテンツ制作におけるキャラクタアニメーションの動作データに感性表現を付与する手法について提案を行った。まず、身体で感性表現の大きな役割を担う、腕の動作のモデルをバレエの羽ばたき動作に求めた。次に「柔らかい」「強い」「弱い」という感性情報の要因を分析し、動作データの編集によって作成する手法の第一段階を提案した。そして、得られた結果を拡張し、感性表現の欠如した動作データに対し、合成を行うことによって、新たな感性表現の付与が実現可能であることを提示した。

今後の課題では、さらに客観的な手法で感性表現に対応する動作データを、必要十分条件として抽出し、実証することを予定している。また、実際に感性的な表現を行っているバレエのほかの腕動作を取得し、これまでにのべた編集手法の、「柔らかい」「強い」「弱い」を表現する動作へと変換する実証実験を行う。その上で実際に生成した動作と腕の動作との合成を行うことを試みる予定である。キャラクタアニメーション制作において、感性情報に基づいた動作を用いることは、ますます重要な役割になって来ると予測される。感性に訴求する動作の要因をより客観的な手段により抽出し、本論文で示した運動パラメータの編集による手法を、アニメーション作成の支援として応用したいと考える。

参考文献

- [1] <http://create.mag.keio.ac.jp/kanjo>
- [2] 伊藤正男、梅宮守、山鳥重、小野武年、往住彰文、池田謙一：“認知科学6情動”岩波書店, 1994。
- [3] 堀哲郎：“脳と情動-感情のメカニズム”共立出版、1991。
- [4] R. Pultchik：“情緒と人格”浜治世(編) 現代基礎心理学 8、東京大学出版会、1981。
- [5] 高橋恵子、戸田正直：“感情「認知科学ハンドブック」”共立出版、pp.175-194、1992。
- [6] 認知科学 特集「感情の認知科学」, Vol.1、No.2、1994。
- [7] 高田明和：“感情の生理学”、日経サイエンス社、1996。
- [8] 岩田誠：“何をなぜ描く”、サイアス3月号、朝日新聞社、pp.74-77、1999。
- [9] 井口征士他：“ヒューマンコミュニケーション工学シリーズ感性情報処理”オーム社、1994。
- [10] 一松信、村岡洋一監修：“感性と情報処理-情報科学の新しい可能性”共立出版、1993。
- [11] ジョージ・マッコーネル：“バレエ表現のテクニク”音楽之友社、1988。
- [12] リンカーン・カースティン：“クラシックバレエ：基礎用語と技法”音楽之友社、1967。
- [13] 浜中康子：“ダンスから音楽の表現を学ぼう パロック舞曲へのアプローチ 音楽指導ハンドブック”音楽之友社、1997。
- [14] 浜中康子：“栄華のバロック・ダンス 舞踏譜に舞曲のルールを求めて”音楽之友社、2001。
- [15] 服部元史、西澤俊、田所諭、高森年、山田和人：“文楽人形のモーション・キャプチャー・データと舞踏譜の相互変換におけるコンピュータ内での身体運動の記述形式”IPJS Symposium Series, vol.2000, no.17, pp.9-15, 2000。
- [16] 曽我麻佐子、遠藤守：“VRMLに基づくクラシックバレエアニメーションの記述編集システム”第16回 NICOGRAPH/MULTIMEDIA 論文コンテスト論文集、pp.167-174、2000。
- [17] A.Soga, M.Endo, T.Yasuda: "Motion Description and Composing System For Classic Ballet Animation on the Web" Proceedings ROMAN'01, pp.134-139, 2001.
- [18] 海野敏、海賀孝明：“クラシック・バレエのステップを対象とする三次元動画データベースの試作と評価”情報処理学会第16回全国大会 6U-08、2000。
- [19] M.Unuma K.Anjyo, AND R. Takeuchi: "Fourier Principles for Emotion-Based Human Figure Animation" Proceeding of SIGGRAPH'95, pp.91-96, 1995.
- [20] A.Witkin, Z.Popovic: "Motion warping" Proceedings of SIGGRAPH'95, pp.105-108, 1995.
- [21] Amaya, K., Bruderlin, A., Calvert, T. : "Emotion from Motion" Graphics Interface'96 Proceedeings, pp.222-229, Canadian Information Processing Society, 1996.
- [22] 東田あすか、稲陰正彦：“実制作環境下での感情を機軸にしたモーション編集の研究”NICOGRAPH 論文集、pp.185-189、2002。
- [23] J.M.Rehg and T.Kanade: "DigitEyes: Vision-based human hand tracking" CMU-CS-93-220, 1993.
- [24] P. Polana and R.C. Nelson: "Detecting activities" Journal of Visual Communication and Image Representation, vol.5, No.2, pp.172-180, 1994.